



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO

**BANCO DE DADOS GEOGRÁFICO PARA GESTÃO DE LEVANTAMENTOS E
DEMARCAÇÕES TOPOGRÁFICAS**

Rafhael Eduardo Alves de Souza

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Maristela Terto de Holanda

MONOGRAFIA DE CONCLUSÃO DE CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO

BRASÍLIA

2014

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me concedeu vida e saúde para que eu pudesse executar este trabalho.

À minha orientadora Maristela Terto por me conduzir, sugerir e auxiliar na execução deste trabalho.

À minha família, namorada e amigos por ter entendido os momentos de ausência e por reconhecer que valeu a pena dispensar tempo e energia para conclusão dessa obra.

Ao Instituto de Geociências por me dar a oportunidade de cursar essa especialização, que muito me acrescentou profissionalmente e pessoalmente.

Aos professores que sempre atenderam com presteza as dúvidas e nos ajudaram na construção do conhecimento.

À todos, muito obrigado.



Autor : Raphael Eduardo Alves de Souza

Banco de Dados Geográfico para a gestão de levantamentos e demarcações topográficas

Orientador: Prof^a. Dr^a. Maristela Terto de Holanda

Aprovada em 11/12/2014

BANCA EXAMINADORA

Presidente:

Prof^a. Dr^a. Maristela Terto de Holanda

Membros:

Msc. Henrique P. Freitas Filho

Prof^a. Dr^a. Tati de Almeida

RESUMO

Banco de dados Geográficos tem sido desenvolvido devido ao crescimento e importância dos dados espaciais. Este trabalho tem o objetivo de apresentar uma modelagem de banco de dados espacial para a gestão de demarcações e levantamentos topográficos. Inicialmente, foram elencados objetivos específicos como levantamento dos requisitos necessários com os profissionais envolvidos, estudo dos dados legados e por fim a modelagem seguindo normas e padrões. Como resultado, foi feita uma pesquisa com os profissionais da área de topografia da empresa pública Terracap, os dados legados foram estudados para adequação ao novo modelo, modelou-se o processo de trabalho atualmente em atividade na empresa, enfim modelou-se o banco de dados, que resultou em 13 entidades, utilizando o padrão INDE em algumas delas e finalmente a nova modelagem do processo, mostrando a inserção dos dados no banco de dados. Conclui-se que o projeto é viável, sugere-se o desenvolvimento de um modelo lógico e a implementação do modelo físico do banco de dados a partir do modelo conceitual desenvolvido neste trabalho.

Palavras-chaves: Banco de dados geográficos. OMT-G. SIG. Modelo Conceitual. AutoCAD Map 3D. Levantamentos. Demarcações.

ABSTRACT

Geographic database has been developed due to the increase and importance of spatial data. This paper aims to present a spatial database modeling to manage surveying and staking-out of land boundaries. Initially, specific objectives were listed as raising the necessary requirements to trade professionals involved, study of legacy data and finally the modeling following norms and standards. As a result, an inquiry was made with professionals in the topography of the area public company Terracap, was studied the legacy data to fit the new model, modeled the work process currently active in the company and finally shaped up the database, finally has modeled up the database, which resulted in 13 entities, using the INDE standard in some of them and finally the new model of the process, showing the insertion of data in the database. It concludes that the project is viable, suggests the development of a logical model and the implementation of the physical model of the database from the conceptual model developed in this work.

Keywords: Geographic database. OMT-G. GIS. Conceptual Model. AutoCAD Map 3D. Survey. Stake out.

SUMÁRIO

RESUMO	3
ABSTRACT	4
LISTA DE FIGURAS	7
LISTA DE TABELAS	8
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	9
SUMÁRIO.....	5
1 INTRODUÇÃO	10
1.1 Apresentação.....	10
1.2 Objetivos.....	10
1.2.1 Objetivo Geral.....	10
1.2.2 Objetivos Específicos	10
1.3 Etapas do Projeto.....	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 Banco de Dados.....	13
2.2 Banco de Dados Geográfico	14
2.3 Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados	15
2.4 Sistemas de Informação Geográfica (SIG)	16
2.4.1 Tipos de Dados.....	16
2.4.2 Topologia	17
2.5 Modelagem de Dados	18
2.6 Modelagem de Dados Espaciais.....	19
2.7 UML – <i>Unified Modeling Language</i>	19
2.8 OMT-G	21
2.9 INDE/EDGV	23
2.10 Ferramentas CAD.....	23
2.11 Sistemas de Navegação por Satélite (GNSS).....	24
2.12 Topografia.....	25
2.12 Engenharia de Requisitos	26
3 METODOLOGIA	28
3.1 Agência de Desenvolvimento do Distrito Federal (TERRACAP).....	28
3.2 Núcleo de Geoprocessamento e Topografia (NUGET).....	28
3.3 Entendendo o Processo Atual do NUGET.....	29
3.4 Levantamento de Requisitos	32

3.4.1	Análise Documental	32
3.4.2	Dinâmica de Grupo (<i>brainstorming</i>)	33
3.4.3	Observação de Campo ou Etnográfica	33
3.5.1	StarUML	34
3.5.2	BizagiModeler.....	34
3.5.3	PostgreSQL/PostGIS	35
3.5.4	AutoCAD Map 3D	35
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	37
4.1	Modelo Conceitual OMT-G.....	37
4.2	Relação de Entidades.....	38
4.3	Dicionário de Dados	42
4.4	Novo processo de trabalho do NUGET com inclusão do BDG.....	45
5	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	47

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Etapas do projeto.....	12
Figura 2 Diagrama de Classes UML.....	20
Figura 3 Geo-objetos do modelo OMT-G.....	21
Figura 4 Especialização.....	22
Figura 5 Generalização	22
Figura 6 Receptor de mão ETREX.....	25
Figura 7 Receptor RTK Z-MAX	25
Figura 8 Estação Total Nikon.....	26
Figura 9 Processo de Trabalho	30
Figura 10 Modelo OMT-G do banco de dados	37
Figura 11 Classes: Profissional, Equipe e Ordem de Serviço	38
Figura 12 Classes: Demarcação e Levantamento	39
Figura 13 Classes: Vértice_Origem, Métodos_Rastreio, Equipamento	40
Figura 14 Classes: Interessado, Administração_Pública, Pessoa_Física, Pessoa_Jurídica e RAs	41
Figura 15 Novo processo de trabalho do NUGET.....	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Tipos de objetos geográficos.....	17
Tabela 2 Primitivas Geométricas.....	42
Tabela 3 Entidade Profissional	43
Tabela 4 Entidade Demarcação	43
Tabela 5 Classe Levantamento	44
Tabela 6 Classe Pto_Ref_Geod_Topo referente a Vértice_Origem.....	52
Tabela 7 Classe RAs	54
Tabela 8 Classe: Equipe	57
Tabela 9 Classe Métodos_Rastreio.....	57
Tabela 10 Classe Interessado.....	58
Tabela 11 Classe Administracao_Publica	58
Tabela 12 Classe Pessoa_Fisica.....	59
Tabela 13 Classe Pessoa_Juridica.....	60

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BD	Banco de Dados
BDG	Banco de Dados Geográfico
CAD	<i>ComputerAided Design</i>
CINDE	Comitê de Planejamento da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais
CONCAR	Comissão Nacional de Cartografia
MER	Modelo Entidade-Relacionamento
GIS	<i>GeographicInformation System</i>
SIG	Sistema de Informações Geográficas
IDE	Infraestrutura de Dados Espaciais
IG	Informações Geoespaciais
INDE	Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais
OMT	<i>ObjectModelingTechnique</i>
OMT-G	<i>Object Modeling Technique for Geographic Applications</i>
SGBD	Sistema Gerenciador de Banco de Dados
SGBDG	Sistema Gerenciador de Banco de Dados Geográficos
SQL	<i>Structured Query Language</i>
TERRACAP	Agencia de Desenvolvimento do Distrito Federal
UML	<i>UnifiedModelingLanguage</i>
WEB	<i>World Wide Web</i>

1 INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação

Banco de dados se tornou uma ferramenta indispensável na maioria das organizações. Seu uso foi se popularizando e atualmente grande parte das companhias possui seu banco de dados para gerar relatórios gerenciais, fazer análises e consultas aos dados, ou seja, obter informação a partir dos dados armazenados.

Com a evolução das geociências também surgiu a necessidade de se armazenar dados geográficos como localizações, polígonos e linhas, sendo que essas geometrias representam objetos do mundo real. Com essa necessidade começou o desenvolvimento de sistemas gerenciadores de bancos de dados geográficos capazes de armazenar geometrias e possibilitar operações de sistemas de informação geográfica (SIG).

Neste trabalho é apresentada uma solução em modelagem para armazenamento de geometrias no tocante a levantamentos e demarcações topográficas para profissionais que trabalham com cartografia digital e agrimensura, pois atualmente não se encontra muitos *softwares* especializados nesse tipo de trabalho. Isso trará uma possibilidade maior de análises espaciais, organização dos dados e da logística de campo de equipes de topografia, permitindo maior eficiência no trabalho.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho consiste na modelagem de um banco de dados geográfico para gerenciar os levantamentos e demarcações feitos pelo núcleo de geoprocessamento e topografia da Terracap, sendo um modelo adaptável para utilização em diversas finalidades da área de agrimensura.

1.2.2 Objetivos Específicos

Para cumprir a meta de modelar conceitualmente o banco de dados e as geometrias de lotes, levantamentos, vértices e limites que ele deve armazenar será necessário atingir os seguintes objetivos específicos:

1. Apresentar o referencial teórico com os assuntos abordados no trabalho;

2. Levantar os requisitos necessários para modelagem do banco de dados geográfico, para isso será consultado profissionais da área de agrimensura da empresa pública do DF chamada Terracap;
3. Estudar os dados legados para verificação e adequação dos mesmos para inserção no novo SIG, visto que esses dados estão no formato vetorial próprio do AutoCAD(.dwg);
4. Modelagem do banco de dados baseado nos dados coletados pelos profissionais envolvidos e nos arquivos legados, levando em consideração técnicas e normas de modelo de banco de dados existentes.

1.3 Etapas do Projeto

Para o desenvolvimento dos objetivos as etapas são detalhadas para melhor entendimento do trabalho.

Primeiramente é apresentado um referencial teórico para atualizar o leitor quanto aos assuntos abordados no trabalho. O referencial é construído buscando-se informações e conceitos mais atualizados e consistentes. No capítulo de referencial teórico é apresentado vários paradigmas e considerações importantes para compreensão do trabalho.

Após o referencial teórico, uma metodologia é necessária para desenvolver os objetivos propostos e para se construir um modelo de banco de dados consistente e eficaz. Dessa forma é necessário conhecer o problema ou o processo que será melhorado e para isso são utilizadas técnicas para levantamentos de requisitos, como *brainstorm*, entrevistas com profissionais de agrimensura da Terracap, observações de campo e investigação documental.

Ainda na metodologia é mostrada a estrutura de armazenamento de dados atualmente utilizada e suas desvantagens, são os chamados dados legados, que deverão ser absorvidos pelo novo modelo, pois são dados importantes que não podem ser desprezados. Para Nogueira (2014) dados legados são provenientes de sistemas antigos e são vitais para organização.

Após executar os objetivos anteriores, informações importantes são obtidas para modelagem do banco de dados. A partir daí, utiliza-se técnicas para modelagem e segue-se as etapas para implementação do banco de dados como ilustrado na Figura 1. Foram usadas ferramentas para modelar e mostrar graficamente o banco de dados facilitando assim a semântica do projeto.

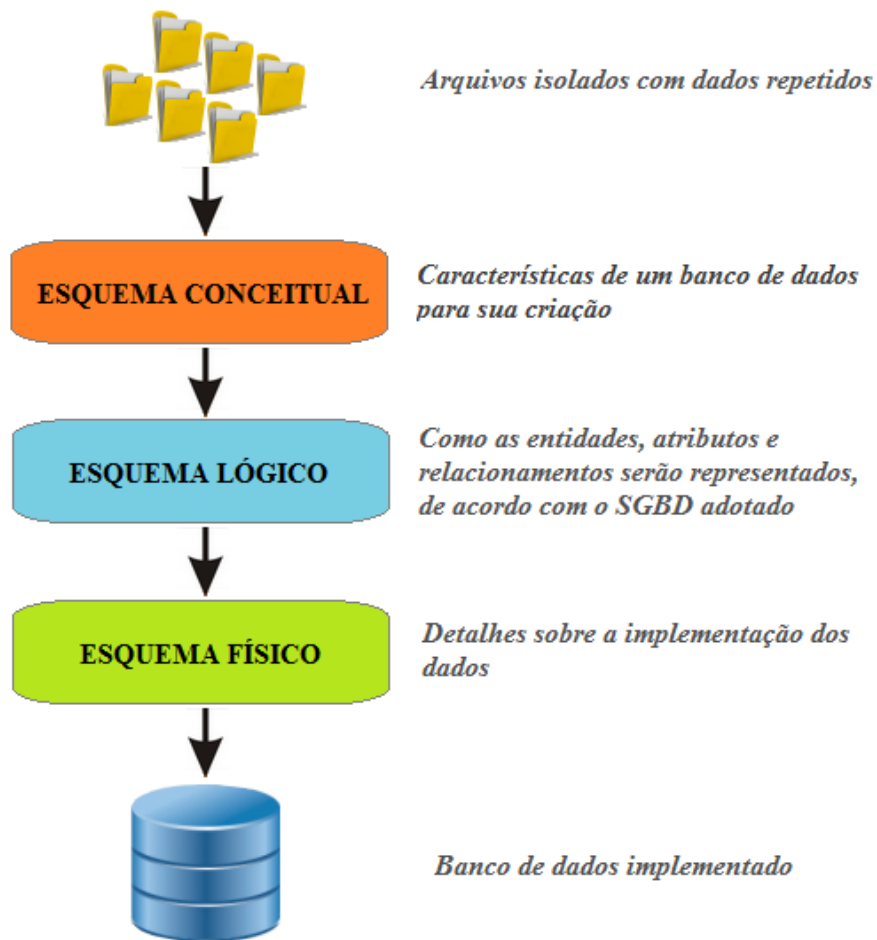


Figura 1 Etapas do projeto (TANAKA, 2014)

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo são explanados conceitos importantes para o entendimento do trabalho. Conceitos necessários para a boa compreensão dos próximos capítulos.

2.1 Banco de Dados

Banco de dados é algo difundido e utilizado em quase todos os setores e organizações. De acordo com Mattoso (2014), uma base de dados é uma coleção de dados inter-relacionados logicamente, por exemplo, uma agenda telefônica, que possui nomes e telefones organizados sistematicamente.

Conforme Date (2003), banco de dados é um sistema computadorizado de manutenção de registros, que permite aos usuários buscar, armazenar e atualizar as informações. Para ele um sistema de banco de dados envolve quatro componentes principais: dados; hardware; software e usuários.

Existem vários modelos de implementação de um banco de dados (GÓES, 2009):

- Sequencial: É uma estrutura em que as informações são guardadas em registros sequencialmente e em uma única tabela, um após o outro;
- Hierárquico: É uma estrutura hierárquica onde existem diversos tipos de registros. Estes registros são classificados como pais e filhos em uma hierarquia, em que um registro pai está associado a um ou vários registros filhos que podem ou não ter seus próprios filhos;
- Rede: Na estrutura de rede as diversas informações estão relacionadas entre si por meio de apontadores. Estes expressam relacionamentos do tipo um para um (1:1), um para vários (1:n) ou vários para vários (n:n). Por exemplo, num relacionamento um para um (1:1), significa que um registro pode ter um e somente um registro correspondente em outra entidade;
- Relacional: É o principal modelo usado atualmente, tanto para SIG como para aplicações convencionais. Trata-se de separar a informação em várias tabelas, fazendo o relacionamento por meio de chaves (códigos), que nada mais é do que um campo específico e único da tabela, isso facilita a manutenção e a escalabilidade do banco de dados;

- Orientado a Objetos (OO): todas as entidades passam a se denominar objeto. O objeto é a estrutura de dados que contém, além de suas informações gráficas e alfanuméricas, informações sobre o relacionamento deste objeto com outros objetos. O objeto é manipulado por meio de ações previstas pelo implementador, que são chamados métodos.

Um banco de dados é uma representação de entidades do mundo real, por exemplo, pessoas, funcionários, lotes e fazendas. Todas essas entidades têm características associadas como nome, sexo, local, proprietário, entre outros, e isso pode ser armazenado num banco de dados. Segundo Korth e Silberschatz (1994), banco de dados pode ser entendido como “uma coleção de dados inter-relacionados, representando informações sobre um domínio específico”, ou seja, armazena dados que tem alguma relação entre si, por exemplo, proprietários e suas fazendas ou lotes.

Para Assad e Sano (1998), um banco de dados, também chamado base de dados, é um conjunto de arquivos estruturados de forma a facilitar o acesso e consulta a conjuntos de informações que descrevem entidades do mundo. Por exemplo, um banco de dados de funcionários de uma firma contém ao menos dois arquivos: dados pessoais (nome, CPF, telefone, etc) e dados funcionais (cargo, lotação, salário, atribuições).

Dessa forma, banco de dados é algo utilizado há bastante tempo, a diferença é que atualmente ele está mais presente na forma informatizada, ou seja, usa-se um programa de computador para gerenciar esses arquivos. Na próxima seção será exemplificado o conceito de banco de dados geográfico, ou seja, um banco de dados com dados espaciais.

2.2 Banco de Dados Geográfico

Banco de Dados Geográfico (BDG) segue o mesmo conceito descrito no tópico anterior, mas com informação referenciada a um sistema de coordenadas, ou seja, as informações armazenadas representam entidades espaciais. Para Goés (2009), em projetos de SIG (Sistemas de Informação Geográfica), que é o tópico abordado adiante, quase sempre é necessário acrescentar atributos de bancos de dados convencionais às feições do mapa. Por exemplo, se houver algum registro sobre edifícios armazenado em tabelas ou ainda em bancos

de dados não espaciais, estes podem ser utilizados como atributos da entidade espacial edifício.

“Os bancos de dados geográficos distinguem-se dos bancos de dados convencionais por armazenarem dados relacionados com a localização das entidades além dos dados alfanuméricos. Um banco de dados de funcionários poderia ser transformado em um banco de dados geográficos se, por exemplo, contivesse um terceiro arquivo associando o endereço de cada funcionário a uma localização geográfica.”(ASSAD & SANO, 1998)

Dessa forma um banco de dados geográfico nada mais é do que um banco de dados convencional com uma extensão espacial, ou seja, além de informações não espaciais, também há informação espacial associada às entidades da base de dados. Por exemplo, além de armazenar as informações de edifícios e casas como quantidade de apartamentos; andares; proprietário e escritura, gravaríamos também a geometria e a posição do lote referenciado a um sistema de coordenadas, como SIRGAS ou WGS84.

Na próxima seção é abordado o conceito de Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados que é um tipo de *software* que gerencia BD convencional e geográfico.

2.3 Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados

Para manipular e gerenciar um banco de banco de dados necessita-se de um sistema que faça o intermédio entre usuários e aplicações e o BD. Esse *software* chama-se Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD).

De acordo com Heuser(1998), um sistema gerenciador de banco de dados (SGBD) é um *software* que facilita o acesso ao banco de dados para o usuário. “Software que incorpora as funções de definição, recuperação e alteração de dados em um banco de dados”(HEUSER, 1998)

Atualmente existem vários desses *softwares* no mercado, alguns livres e gratuitos como o PostgreSQL e o MySQL.

Para Date (1991), um SGBD é basicamente um sistema de manutenção de registros por computador, ou seja, seu objetivo principal é manter as informações e torná-las disponíveis quando o usuário necessitar.

Naproximação explora-se o conceito de sistemas de informações geográficas, sendo recomendado o conhecimento sobre SGBD para um melhor entendimento de SIG.

2.4 Sistemas de Informação Geográfica (SIG)

Para Góes (2009) sistemas de informação geográfica (SIG) ou *GeographicInformation System* (GIS) é um conjunto de ferramentas para coleta, armazenamento, recuperação, transformação e visualização de dados que representam o mundo real para um determinado objetivo. Ainda segundo Goés apud Burrough&McDonnel (2000) para alcançar este objetivo, um SIG é formado por hardware, softwares, bancos de dados e sistemas gerenciadores de banco de dados geográfico (SGBDG's).

SIG é um sistema com capacidade para aquisição, armazenamento, tratamento integração, processamento, recuperação, transformação, manipulação, modelagem, atualização, análise e exibição de informações digitais georreferenciadas, topologicamente estruturadas, associadas ou não a um banco de dados alfanuméricos. (GOÉS apud ROCHA, 2000)

De acordo com Miranda (2010), SIG existia antes do aparecimento do computador, esses sistemas foram evoluindo a partir de séculos de produções de mapas e da compilação de registros geográficos. Ele define um SIG como um sistema que trata com informações geográficas. Um sistema de computador que coleciona, edita, integra e analisa informação relacionada à superfície terrestre.

Dessa forma um SIG pode ser entendido como um sistema formado por *software,hardware* e recursos humanos que cadastra, edita, visualiza e analisa elementos gráficos,georreferenciados a algum sistema de referência, por alguma ferramenta informatizada ou não.



Existem vários tipos dados que podem ser usados para representar as entidades do mundo real, como uma linha, que pode simbolizar uma via ou um rio. No próximo tópico será abordado os diversos tipos de dados usados em SIG.

2.4.1 Tipos de Dados

Existem várias formas de se representar um dado do mundo real. Um dado geográfico pode ser classificado em três classes vetoriais.

De acordo com Miranda (2010), um fenômeno espacial pode ser abstraído em três classes: pontos, linhas e áreas ou polígonos (Tabela 1).

Tabela 1. Tipos de objetos geográficos Fonte: (MIRANDA, 2010) com adaptações

Objeto:	Ponto	Linha	Polígono
Forma Gráfica:	●		
Exemplo:	Poço, minas	Córrego, vias	Parcela, lote

Um ponto é a representação mais simples de algo e representa um fenômeno espacial que ocorre apenas em um local do espaço.

Linhas conectam, no mínimo, dois pontos e representam objetos que podem ser definidos em uma dimensão. Podem representar estradas, rios, fronteiras, ou outro fenômeno essencialmente com comprimento.

Áreas ou polígonos representam objetos com duas dimensões. Um lago, uma floresta ou uma cidade. Nos bancos de dados espaciais, áreas são representadas por polígonos fechados com no mínimo três lados.

Ressalta-se que a definição da representação de um objeto também está ligada à escala de visualização, portanto, um polígono numa escala macro poderá ser representado por um ponto.

Os diversos tipos de dados podem interagir e isto, muitas vezes, impõe regras do tipo tocar-se ou não, está contido ou não, etc. Essas regras são chamadas topologia e será explanada no tópico seguinte.

2.4.2 Topologia

De acordo com Miranda (2010), topologia é uma área da matemática que trabalha com propriedades geométricas que permanecem invariáveis sob certas transformações, como alongamento e dobra.

A topologia é importante para manter as geometrias alinhadas e relacionadas corretamente, mantendo as relações de vizinhança entre as entidades. Isso permite que os dados estejam espacializados corretamente, evitando erros na análise dos dados, sobreposição de polígonos e linhas, frestas entre polígonos vizinhos e cruzamento de linhas.

Topologia pode ser entendida como “Ramo da geometria que se baseia na noção de um espaço não quantitativo e em que apenas se consideram as relações de posição dos elementos das figuras” (MICHAELIS ONLINE, 2014).

Dessa forma podemos entender topologia como regras de vizinhança entre elementos. Essas regras são definidas de acordo com a necessidade e aplicadas ao caso concreto. Por exemplo, uma fazenda não sobrepõe outra, logo não pode haver sobreposição de polígonos nesse caso.

No próximo tópico é explanado conceitos sobre modelagem de dados, que é um passo importante no projeto de um banco de dados.

2.5 Modelagem de Dados

A modelagem de dados é uma etapa importante do projeto de banco de dados, bem como de qualquer sistema, o que o torna necessário antes de implementar um banco de dados.

Segundo a Comissão Nacional de Cartografia(CONCAR,2010), um modelo de dados é um conjunto de conceitos que podem ser usados para descrever a estrutura e as operações em banco de dados, é ainda, uma abstração dos objetos e fenômenos do mundo real de modo a obter uma representação conveniente.

Pode-se entender modelagem de dados como uma forma de representar objetos e operações do mundo real de forma gráfica, de modo que seja possível entender os fenômenos pretendidos com mais facilidade.“Um modelo de dados é uma abstração de fatos ou de entidades do mundo real” (ASSAD & SANO, 1998).

De acordo com Heuser (1998), são considerados dois níveis de abstração para projeto de banco de dados, quais sejam modelo conceitual e modelo lógico. O conceitual é uma descrição do banco de dados independente do SGBD a ser utilizado. O modelo lógico é uma descrição de um banco de dados no nível de abstração visto pelo usuário do SGBD, é um modelo mais detalhado.

Para Assad e Sano (1998), um modelo de dados possui ferramentas e formalismos necessários para descrever a organização lógica de um banco de dados, além de definir como as operações são feitas dentro do banco de dados.

“O modelo ou técnica de modelagem precisa ter alta expressão semântica e sintática, de forma a atingir melhores representações da estrutura do banco de dados” (SAPIENZA, 2014)

Sendo assim, trata-se de uma ilustração da solução sistemática de um problema, mostrando os relacionamentos entre as entidades envolvidas. Geralmente usa-se um modelo

com regras e modelos definidos, como o *UnifiedModelingLanguage*(UML), que é conceituado nos próximos tópicos.

Busca-se com um modelo de dados uma visualização sistemática de todo o sistema e suas características, afim de ter uma visão geral da aplicação que será desenvolvida.

2.6 Modelagem de Dados Espaciais

De acordo com o Sapienza (2014), a estruturação para representação de dados geográficos não é simples e ressalta que quanto maior a complexidade aumenta-se a necessidade de planejamento para maior chance de sucesso.

“... é evidente que os dados geográficos possuem conceitos e estruturas diferenciadas dos dados alfanuméricos, como relacionamentos espaciais, restrições geométricas e generalizações cartográficas” (SAPIENZA, 2014).

Para Gomes (2012), modelos baseados em objetos procuram representar a realidade através de tipos distintos de entidades. Entidades com um conjunto de propriedades e atributos. O modelo mais utilizado em banco de dados para SIG é o OMT-G e será explicado no tópico 2.8 OMT-G.

As formas de representação convencionais como o UML falham na representação eficiente de dados espaciais, trazendo a necessidade de técnicas específicas para modelagem de banco de dados geográficos. No próximo tópico será explanado o modelo UML que é utilizado para representação de dados convencional.

2.7 UML –*UnifiedModelingLanguage*

A UML, tradução livre Linguagem de Modelagem Unificada, foi concebida para padronizar as formas de modelagem convencionais de sistema, pois até então cada pessoa ou empresa tinha sua forma de representar seus sistemas.

Para Sapienza (2014), UML é uma linguagem amplamente utilizada na engenharia de *software*, incluindo banco de dados, e segue preceitos de orientação a objetos.

De acordo com Sommerville (2011) a UML tem muitos tipos de diagramas e, dessa forma, apoia o desenvolvimento de muitos tipos de diferentes modelos de sistema. Neste trabalho empregam-se os diagramas de classe, que mostram as classes de objeto no sistema e as associações entre elas.

Outra característica do diagrama de classes é a capacidade de mostrar quantos objetos estão envolvidos no relacionamento (SOMMERVILLE, 2011). Em banco de dados, isso é conhecido como cardinalidade, ou seja, a representação de como as entidades se relacionam.

"Cardinalidade (mínima, máxima) de entidade em relacionamento = número (mínimo, máximo) de ocorrências de entidade associadas a uma ocorrência da entidade em questão através do relacionamento." (HEUSER, 1998)

Nesse sentido usa-se a notação: 1:1, 1:N e N:N:

- 1:1 - um objeto corresponde a apenas um no relacionamento;
- 1:N - um objeto corresponde a vários objetos da entidade relacionada;
- N:N - vários objetos correspondem a vários objetos da entidade relacionada.

A Figura 2 mostra como se comporta um modelo UML simples.

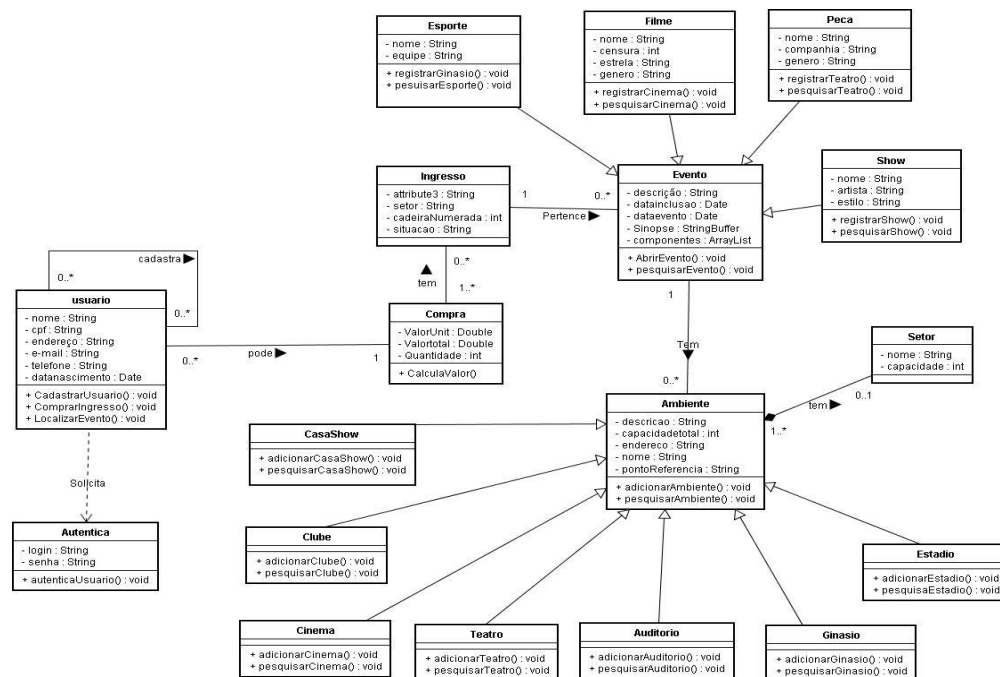


Figura 2 Diagrama de Classes UML (ASSEMBLA, 2014)

Na UML, entidades são chamadas de classes e estão relacionadas de diversas formas como herança, agregação, composição, etc. Cada tipo de relacionamento tem suas características dependendo de como as entidades se relacionam no mundo real.

Por exemplo, o relacionamento entre Evento e Show mostrado na Figura 2 é um exemplo de herança, onde Evento é a superclasse ou classe pai.

2.8 OMT-G

É uma técnica para modelagem de banco de dados geográficos. Consiste no modelo UML com algumas especificidades para dados espaciais como ilustração do tipo de dado, seja linha, ponto, polígono, raster, etc. A sigla OMT-G significa *Object Modeling Technique for Geographic Applications*, traduzindo, Técnica de Modelagem de Objetos para Aplicações Geográficas.

O modelo OMT-G surgiu a partir do modelo OMT que é baseado na definição da UML. O modelo OMT-G é baseado em três conceitos principais: classes, relacionamentos e restrições de integridade espacial. (CHENG, 2012).

A Figura 3 ilustra os principais tipos de dados espaciais do modelo OMT-G, ponto, linha, polígono, linha unidirecional, linha bidirecional, nodo respectivamente. O modelo possui duas classes de dados, quais sejam georreferenciadas e convencionais de acordo com Davis (2014). As classes convencionais representam os dados não espaciais, ou seja, dados alfanuméricos não espacializados, já as classes georreferenciadas referem-se a dados espaciais.



Figura 3 Geo-objetos do modelo OMT-G

OMT-G permite também uma ligação entre objetos não espaciais e espaciais. Essa ligação de acordo com Davis (2014) é chamada de relacionamento e pode ser espacial ou convencional, ou até mesmo, um relacionamento entre uma classe convencional e uma classe espacial. É preciso ter um modelo bem definido é para preservar e facilitar a implementação dos relacionamentos.

A Figura 4 ilustra um relacionamento espacial do tipo especialização, em que um terminal (classe genérica) pode ser um terminal de metrô ou ônibus, este relacionamento também pode ser entendido como herança.

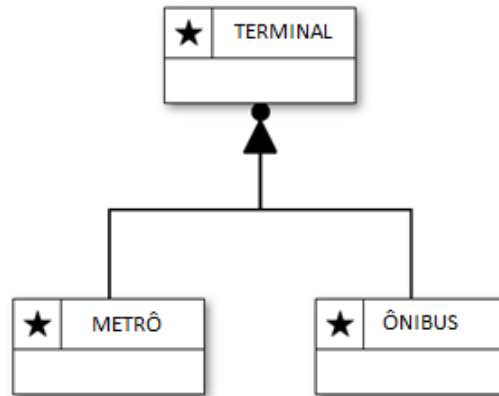


Figura 4 Especialização

A Figura 5 ilustra um relacionamento espacial do tipo generalização, que a depender da escala um objeto pode assumir dois tipos de geometria, ou pontual ou poligonal.

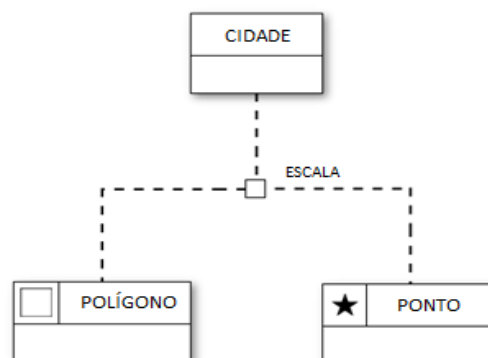


Figura 5 Generalização

Um dos pontos principais do modelo é sua expressividade gráfica e sua capacidade de codificação, permite também a interação entre diversos objetos espaciais e não espaciais. Como visto anteriormente o modelo OMT-G também permite a modelagem de restrições de integridade para dados espaciais, incluindo restrições topológicas, semânticas e definidas pelo usuário. (BORGES, DAVIS e LAENDER, 2014).

No modelo OMT-G associações simples são indicadas por linhas contínuas, enquanto relacionamentos espaciais são indicados por linhas pontilhadas (Figura 5).

A generalização cartográfica pode ser representada no modelo OMT-G. A generalização cartográfica consiste numa série de transformações que são realizadas sobre a representação da informação espacial, cujo objetivo é melhorar a leitura e aumentar a

facilidade de compreensão dos dados por parte do usuário do mapa. Por exemplo, uma cidade pode ser representada em um mapa de escala pequena por um ponto, e como um polígono em uma escala maior.(BORGES, DAVIS e LAENDER apud DAVIS JR E LAENDER, 2014).

O próximo tópico conceitua a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE) que são modelos OMT-G criados para padronizar a implementação e modelagem conceitual de dados espaciais vetoriais.

2.9 INDE/EDGV

A demanda por informação geoespacial na sociedade tem crescido bastante. Segundo a CONCAR (2010), foi constituída uma Subcomissão de Dados Espaciais e Comitês Especializados, a fim de elaborar propostas para subsidiar a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais do Brasil (INDE-Brasil).

O objetivo da INDE é padronizar estruturas de dados que viabilizem o compartilhamento de dados, a interoperabilidade e a racionalização de recursos entre os produtores e usuários de dados e informação cartográfica.

Na seção seguinte se introduz um conceito importante na área de agrimensura, a utilização de ferramentas de desenho preciso é importante para representar com fidelidade a entidade estudada.

2.10 Ferramentas CAD

CAD (*Computer Aided Design*) significa desenho assistido por computador. De acordo com a Autodesk (2014a), são aplicativos que auxiliam nos desenhos e em sua documentação. Os arquivos de desenho produzidos pelo AutoCAD, que é um *software* de desenho CAD, tem a extensão “.dwg”.

A Autodesk, desenvolvedora do AutoCAD, há um tempo lançou o AutoCAD Map uma versão do *software* desenvolvida para atividades cartográficas e tratamentode mapas diversos com algumas funções de SIG.

Ferramentas CAD são especializadas em desenho vetorial, possuem muitas funcionalidades e funções que permitem desenhar projetos e objetos com facilidade e acurácia.

No tópico seguinte será explanado o conceito de GNSS, muito importante para cartografia e posicionamento global da atualidade.

2.11 Sistemas de Navegação por Satélite (GNSS)

O homem, desde o passado, sempre teve interesse em saber onde estava, isso ajudaria na navegação, comércio e exploração de novas terras. Para isso desenvolveu várias ferramentas para se orientar no globo terrestre, a mais recente delas é o posicionamento por satélites artificiais, que será o assunto abordado neste tópico.

Segundo Monico (2008), posicionar um objeto nada mais é do que lhe atribuir coordenadas. Ainda segundo Monico (2008), o objetivo de um Sistema de Posicionamento Global (GPS) é a determinação instantânea de posição, velocidade e tempo de um usuário, em qualquer lugar do globo terrestre ou próximo a este, independente das condições atmosféricas, em um referencial global e homogêneo, com base em medidas de distâncias.

Ainda segundo Monico (2008), existem vários tipos de receptores GPS, ou seja, aparelhos que recebem os sinais emitidos pelos satélites de posicionamento global, eles podem ser divididos e classificados conforme a aplicação e precisão como segue (MONICO, 2008):

- Receptor de Navegação;
- Receptor Geodésico;
- Estação de Referência;
- Receptor para SIG;
- Receptor de aquisição de tempo (etc).

Segundo Bernardi e Landim (2002), posicionamento é definido como sendo a posição de um objeto relacionado a um referencial específico.

Ainda segundo Bernardi e Landim (2002), existem várias técnicas para se obter a posição de um ponto, destacam-se: estática, semicinemática, pseudocinemática, cinemática pura ou contínua, cinemática rápida, pseudo-estática, “stop and go”, RTK, etc.

Na Figura 6 é ilustrado um receptor GNSS de mão, modelo para navegação com erro aproximado de três a oito metros, dependendo das condições de recepção do sinal.

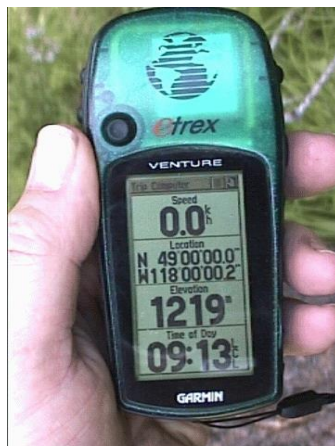


Figura 6 Receptor de mão ETREX(WIKIMEDIA, 2014)

Na Figura 7 é mostrado um receptor geodésico que pode ser utilizado no modo RTK com precisão milimétrica, é usado em trabalhos onde a precisão é imprescindível, como demarcação de terrenos, obras e estradas.



Figura 7 Receptor RTK Z-MAX (ENGECON, 2014)

No próximo tópico é conceituada topografia, importante na coleta de dados na área de agrimensura.

2.12 Topografia

Para o Diniz (2004), a topografia é a ciência que estuda a representação detalhada de um trecho limitado da superfície da terra, sem levar em consideração a curvatura resultante de sua esfericidade. É baseada na geometria e na trigonometria e tem por objetivo o estudo e representação da forma e dimensões da terra.

Para Goés (2009), levantamentos topográficos de áreas é um conjunto de operações destinadas à execução de medições, visando à determinação das posições relativas de pontos. Ainda segundo ela, trabalhos topográficos de até 50 Km de raio, podem ser referidos a uma superfície plana, ou seja, sem levar em consideração a curvatura terrestre. Existem dois tipos de levantamentos (GOÉS, 2009):

- Levantamento Geodésico – compreende o conjunto de atividades dirigidas para as medições e observações de grandezas físicas e geométricas da terra, levando em consideração sua curvatura.
- Levantamento Topográfico – “A Topografia tem por objetivo o estudo dos instrumentos e métodos utilizados para obter a representação gráfica de uma porção do terreno sobre uma superfície plana” (ESPARTEL, 1987). Diferente do levantamento geodésico, o levantamento topográfico representa porções menores da terra, desprezando-se a sua curvatura.

Para fazer um levantamento topográfico vários equipamentos topográficos e geodésicos podem ser utilizados, como o rastreador GNSS descrito no tópico 2.11 e também estação total como exemplificado na Figura 8.



Figura 8 Estação Total Nikon (LOCALMART, 2014)

No tópico a seguir é conceituada engenharia de requisitos, importante área para sistemas de informação, e que está no início do processo de desenvolvimento de *software*.

2.12Engenharia de Requisitos

Engenharia de Requisitos é uma área da engenharia de software que versa sobre levantamento de necessidades, que podem ser funcionais e não funcionais, para um sistema.

Na elicitação e análise de requisito, os engenheiros de software trabalham com usuários e clientes do sistema para obter informações sobre o domínio da aplicação,

desempenho do sistema, serviços que o sistema deve oferecer e suas restrições (SOMMERVILLE, 2011).

Levantamento de requisitos consiste num conjunto de técnicas para se levantar, elicitar e documentar as necessidades de um sistema.

Para Bezerra (2007), requisito é a capacidade ou condição que um sistema tem de alcançar para satisfazer as necessidades do usuário.

Existem algumas técnicas para elicitação de requisitos, de acordo com Sommerville (2011). Dentre elas: cenários, etnografia e entrevistas. Também existem outras técnicas de acordo com o artigo escrito por Moraes (2014), como análise documental, *brainstorm*, questionários e workshops.

Abaixo segue a descrição de algumas técnicas de coleta de requisitos:

- Etnografia – é uma técnica onde o etnógrafo passa um tempo observando e compreendendo os processos operacionais para extrair os requisitos, também chamada de observação de campo;
- Entrevistas – nela a equipe de requisitos questiona os usuários sobre o sistema, requisitos surgem a partir das respostas a essas perguntas;
- *Brainstorm* – significa tempestade de ideias, consiste em uma ou várias reuniões ou dinâmica de grupo que permitem que as pessoas sugiram e explorem ideias.

Encerra-se o referencial teórico, mostrando importantes conceitos para a compreensão dos capítulos seguintes. Atingindo assim o primeiro objetivo específico relatado no tópico 1.2.2.

No próximo capítulo será apresentada a metodologia para execução deste trabalho, bem como as ferramentas utilizadas para execução.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo os métodos e as ferramentas aplicadas no trabalho são apresentados. Também se descreve a caracterização dos locais onde se desenvolveu a pesquisa e os profissionais envolvidos.

3.1 Agência de Desenvolvimento do Distrito Federal (TERRACAP)

A Agência de Desenvolvimento do Distrito Federal (TERRACAP) de acordo com o portal *web* da empresa é a Companhia Imobiliária do DF, criada pela lei nº 5861 de 12 de dezembro de 1972, é empresa pública do GDF que tem por objetivo a execução, mediante remuneração, das atividades imobiliárias de interesse do DF, compreendendo a utilização, aquisição, administração, disposição, incorporação, oneração ou alienação de bens.

A partir de 1997, passou a exercer a função de Agência de Desenvolvimento do DF na operacionalização e implementação de programas e projetos de fomentos e apoio ao desenvolvimento econômico e social do DF, nos termos do Decreto nº 18.061/97.

Tendo como objetivos, dentre outros:

1. Expansão urbana e habitacional;
2. Desenvolvimento econômico e social;
3. Promoção de estudos e pesquisas, bem como levantamento, consolidação e divulgação de dados, relacionados com ordenamento urbanos, provimento habitacional e o mercado imobiliários no DF.

A sede da Terracap foi o local onde se desenvolveu a pesquisa.

3.2 Núcleo de Geoprocessamento e Topografia (NUGET)

O NUGET foi criado a partir do desmembramento do antigo Núcleo de Topografia da Terracap (NUTOP). Atualmente no organograma da empresa, o NUGET possui sua Gerência própria denominada GETOP e dentre suas atribuições está a realização de levantamentos e demarcações topográficas, gestão do geoportal da empresa, monitoramento de alguns contratos, etc.

O NUGET é composto por seis equipes de topografia de campo; três engenheiros; dois auxiliares de topografia no escritório; um topógrafo no escritório; dois auxiliares administrativos e um desenhista. Cada equipe de campo possui um topógrafo e quatro

auxiliares de topografia em média, além de equipamentos topográficos como estação total e equipamentos GNSS de alta precisão, como receptores GNSS geodésicos RTK L1 e L2 de precisão milimétrica, e também GPS de navegação da marca Garmim e nível geométrico.

As equipes de topografia de campo são responsáveis pelos levantamentos e demarcações em campo de projetos e pedidos formais da administração e particulares.

Estas informações encontram-se no regimento interno da Terracap no artigo 79 disponível no site da empresa mencionado na seção anterior. A seguir são apresentadas informações sobre o fluxo de trabalho para demarcação e levantamentos topográficos.

3.3 Entendendo o Processo Atual do NUGET

Para atingir o objetivo, é preciso conhecer o processo de levantamento e demarcações atualmente em atividade e posteriormente desenvolver um modelo eficiente e completo para melhorar este processo.

O diagrama da Figura 09 mostra como é a rotina da topografia do Núcleo de Geoprocessamento e Topografia (NUGET) da Terracap.

Segue uma breve descrição de cada atividade representada no diagrama da Figura 09:

1. Particular Solicita Demarcação - Uma pessoa física ou jurídica pode solicitar uma demarcação de sua propriedade à Terracap mediante pagamento;
2. Administração Pública Solicita Demarcação ou Levantamento - Um ente da administração pública pode solicitar um serviço mediante ofício ou outro documento oficial;
3. Uma ordem de serviço é gerada - via sistema interno da Terracap gera-se uma ordem de serviço com informações do solicitante e do serviço a ser realizado;
4. Equipe de Topografia é designada para execução do serviço - dentre as seis equipes de topografia atualmente presentes no NUGET, uma é designada e instruída para execução do serviço;
5. No caso de Demarcação:

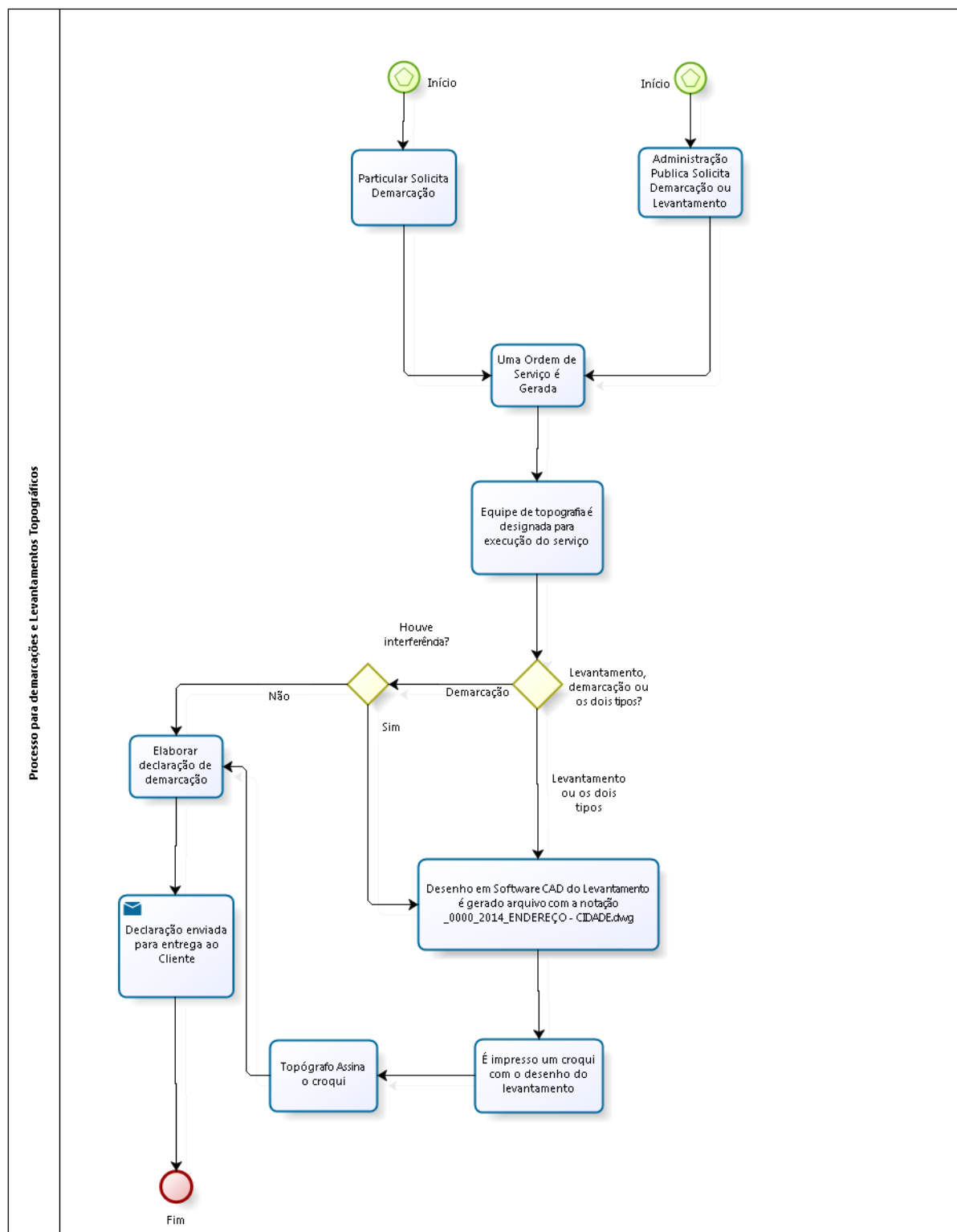


Figura 9 Processo de Trabalho

- 5.1 Verifica-se em campo se há interferência - se sim faz-seo descrito no passo 6;
- 5.2 Se não existe interferência segue para o passo 7.
6. No caso de Levantamento ou Levantamento e Demarcação - é feito um levantamento topográfico coletando os dados em campo utilizando equipamentos topográficos e demarca-se o lote, se for o caso;
 - 6.1 Desenho em Software CAD do levantamento, é gerado arquivo com a notação _0000_2014_ENDEREÇO - CIDADE.dwg - neste passo, com a posse dos dados coletados em campo, o desenhista faz um croqui com os pontos levantados no *software* AutoCAD MAP;
 - 6.2 É impresso um croqui com o desenho do levantamento - utilizando um papel A4, é produzido um desenho mostrando o levantamento do local feito pela equipe de topografia.
 - 6.3 Topógrafo assina o croqui - se o topógrafo estiver de acordo com o desenho, ou seja, se o desenho retrata fielmente o levantamento, este assina o croqui.
7. Elaborar declaração de demarcação - por um sistema interno da Terracap elabora-se uma declaração padrão na forma impressa, após isso, o engenheiro e o topógrafo responsáveis conferem e assinam o documento;
8. Declaração é enviada para entrega ao cliente - junta-se todas as declarações prontas e encaminha ao setor de atendimento ao cliente, que deverá fazer a entrega da declaração ao solicitante.

Os dados que originam os desenhos (croquis) são provenientes de estação total, medições à trena, croquis feitos pelos topógrafos e equipamentos GNSS.

Pelo diagrama nota-se que após a execução do trabalho é gerado ou não um croqui de interferência e quando feito é guardado em arquivos .dwg próprios do AutoCAD MAP 3D, que são guardados numa pasta digital separados por ano. Isso dificulta as análises e a logística para outros trabalhos, visto que tem que se procurar em cada arquivo relacionado ao endereço para ver se a área que consta no arquivo interessa em novos trabalhos.

Após esse processo as ordens de serviço são digitalizadas e arquivadas, separadas por ano e com uma nomeação padrão para identificação (_xxxx_yyyy_ENDEREÇO - RA), em que “_xxxx” se refere ao número da ordem de serviço.

Observando o fluxograma percebe-se que os trabalhos e desenhos não são armazenados num banco de dados e à medida que os arquivos vão aumentando em quantidade

fica difícil gerenciar e analisá-los geograficamente, pois o custo de tempo é alto e muitas vezes inviável.

Para melhorar este processo é preciso conhecer com detalhes o fluxo de trabalho. Neste trabalho pretende-se inserir uma atividade no processo que envolve o armazenamento dos dados no BD, para isso são usadas técnicas de levantamento de requisitos, assunto explanado no tópico seguinte.

3.4 Levantamento de Requisitos

Existem várias técnicas para levantamentos de requisitos, neste trabalho optou-se por entrevistas na forma de dinâmica de grupo (*brainstorm*), análise documental e observação de campo ou etnografia.

3.4.1 Análise Documental

No período de 28/10/2014 a 31/10/2014 analisou-se os documentos e processos envolvidos em demarcações e levantamentos topográficos, bem como da logística de trabalho.

Foram analisados vários documentos relacionados ao trabalho como Ordens de Serviço (OS), croquis oficiais, levantamentos realizados anteriormente e armazenados em arquivos CAD, pequenos bancos de dados legados, monografias de vértices de apoio topográfico, planilhas e outros documentos relacionados.

A partir da análise desses documentos, foi possível determinar vários requisitos que devem constar na modelagem. A seguir, alguns requisitos levantados a partir desta técnica:

- Análise da Ordem de Serviço - dados do interessado, endereço do imóvel ou levantamento, planta de locação, descrição do serviço, guia de recolhimento, documento de origem, data de expedição do documento, número da OS, topógrafo responsável, observações feitas pelo topógrafo, área do imóvel e data da execução;
- Croquis Oficiais – desenhista, coordenadas oficiais de vértices, observações de legenda e observações do escritório;
- Arquivos CAD legados - *Layers* ou camadas comumente utilizadas, códigos de levantamentos e propriedades dos desenhos;

- Monografia de vértices de apoio –nome, data de implantação, região administrativa, local, latitude, longitude, coordenadas norte e leste, altura, datum (um ou mais), dados de origem do vértice.

Esses dados são importantes para modelagem conceitual, trata-se de dados pertinentes e inerentes ao trabalho e estão ligados à rotina de demarcações e levantamentos do NUGET. Dessas informações é possível extrair vários atributos que serão utilizados na modelagem.

Esses dados foram úteis para nortear a dinâmica de grupo que é discorrida no tópico seguinte.

3.4.2 Dinâmica de Grupo (*brainstorming*)

A dinâmica de grupo foi realizada no dia 06/11/2014 e envolveu quatro profissionais da área de agrimensura da Terracap, sendo dois topógrafos, um auxiliar de topografia e um engenheiro agrimensor.

No início da reunião explicou-se a finalidade do trabalho e iniciou-se a discussão com alguns tópicos relacionados ao trabalho com demarcações e levantamentos. Os envolvidos foram motivados a falar sobre a rotina de campo, como que é feito o trabalho, seus anseios para melhora da logística do trabalho.

A partir dessa dinâmica e do estudo documental, foi gerado um documento (Apêndice A – Coleta de Requisitos) que serviu de base para modelagem do banco de dados.

No próximo tópico é explicado como foi feita a observação de campo, onde o pesquisador se insere no local de trabalho e faz as observações.

3.4.3 Observação de Campo ou Etnográfica

Como o autor trabalha no local onde se desenvolveu a pesquisa pode-se dizer que a experiência está no dia-a-dia. Entretanto, dedicou-se um período para estudar com mais profundidade o processo de trabalho no NUGET.

No período compreendido entre 06/10/2014 a 10/10/2014 foi realizada a pesquisa etnográfica. O investigador esteve com as equipes de topografia, acompanhando e tirando dúvidas relativas à rotina de trabalho, escutando sugestões para melhora do processo. Essa experiência colaborou para execução e compreensão do diagrama da seção 3.3 Conhecendo o

Processo, bem como para complementação dos documentos gerados a partir das outras técnicas de levantamento de requisitos.

O tópico a seguir apresenta ferramentas utilizadas para alcançar o objetivo do trabalho, ou seja, ferramentas de modelagem, SGBD e softwares auxiliares.

3.5 Ferramentas

Nos tópicos seguintes apresenta-se uma descrição e justificativa para utilização de ferramentas que possibilitaram a execução do modelo. A compreensão de tais ferramentas é necessária para entender a utilidade de cada uma dentro do contexto de banco de dados e do domínio do problema a ser resolvido.

3.5.1 StarUML

É uma ferramenta popular de modelagem UML. Foi baixada por mais de três milhões de usuários e é usada em mais de cem países. É compatível com padrões UML 2.x e suporta 11 tipos de diagramas: classe, objetos, componentes, caso de uso, etc. Além de ser uma ferramenta gratuita, StarUML é usada por grandes empresas como Samsung, Intel e LG. Isso mostra que é uma ferramenta consolidada, pois tem um bom nível de confiança no mercado.

Essa ferramenta foi utilizada com a extensão OMT-G que permite a representação de dados espaciais juntamente com classes convencionais UML.

3.5.2 BizagiModeler

É uma ferramenta de modelagem de processos, de acordo com o portal web Bizagi.com (2014). Essa ferramenta permite a modelagem de processos utilizando *Business Process Management* (BPM), isso torna o processo mais compreensível, permitindo um bom gerenciamento, planejamento e organização.

Grandes marcas, como Adidas e Generali utilizam o BizagiModeler para modelagem de seus processos, isso o torna uma ferramenta de modelagem reconhecida no mercado, além de ser gratuita. Mais de trezentas pessoas em cinco países ajudaram a desenvolvê-lo.

Este software foi usado para modelagem do processo da seção 3.3 Conhecendo o Processo.

No próximo tópico, mostra-se um importante SGBD que implementa regras de topologia e que possui uma extensão bastante útil de funções de SIG.

3.5.3 PostgreSQL/PostGIS

PostgreSQL é um SGBD(Sistema Gerenciador de Banco de Dados) robusto, objeto-relacional de código aberto, ou seja, *open source*, de acordo com o portal oficial do mantenedor da ferramenta postgresSQL.org (2014). Ele está em desenvolvimento há mais de quinze anos e possui uma arquitetura comprovada que ganhou forte reputação, confiabilidade, integridade e correções.É uma ferramenta de classe empresarial. Existem sistemas PostgreSQL em ambientes de produção gerenciando mais de quatroterabytes de dados.

PostGIS é uma extensão de banco de dados espacial para o SGBD PostgreSQL, conforme informações do *site* oficial da ferramenta PostGIS.net (2014). Ele adiciona suporte para objetos geográficos, permitindo que os dados sejam inseridos e manipulados por meio da linguagem SQL.

Ainda pelas informações do portal oficial citado, PostGIS oferece muitos recursos para integração com SIG. Possui licença GPL (General PublicLicense), licença pública geral, pois é desenvolvido por um grupo de colaboradores liderados por um comitê.

Dessa forma o PostGIS é uma extensão espacial do PostgreSQL que possui diversas funções de análise e operações espaciais, tornando-o uma boa opção de SGBD para desenvolvimento de SIG com uma vantagem considerável que é possuir código aberto, permitindo que seja personalizado de acordo com as necessidades do usuário.

3.5.4 AutoCAD Map 3D

O AutoCAD Map 3D, produzido pela Autodesk, é uma versão do AutoCAD desenvolvida para se trabalhar com ambiente SIG. De acordo com a Autodesk (2014b), permite uma integração de dados CAD com SIG. Possui suporte a sistemas de referência, projeções e também é possível criar uma projeção personalizada.

O AutoCAD convencional, assim como o AutoCAD Map, possui uma grande acurácia e precisão de desenho, entretanto não possui suporte a dados geográficos, ou seja, para ele todos os desenhos são planos e não projetados.

“O software AutoCAD Map 3D, a principal plataforma do sistema de informações geográficas (SIG) para criar e gerenciar dados espaciais, preenche a lacuna entre sistemas CAD e SIG, ao fornecer acesso direto a dados geográficos. O AutoCAD

Map 3D possibilita o uso de ferramentas do AutoCAD para gerenciar uma ampla variedade de projetos, acrescidas de ferramentas geoespaciais.” (GÓES apud Autodesk, 2009)

Os desenhos do NUGET são feitos em sua maioria utilizando o software AutoCAD Map 3D, mas sem usar os recursos de SIG, ou seja, grande parte deles são apenas croquis ilustrativos sem referência espacial.

Encerra-se o capítulo 3 METODOLOGIA alcançando-se o segundo objetivo, que é o levantamento dos requisitos necessários para modelagem do banco de dados geográfico, consultando profissionais da área de agrimensura da Terracap. E o terceiro objetivo específico, que é o estudo dos dados legados para verificação e adequação dos mesmos para inserção no novo SIG, visto que esses dados estão no formato vetorial próprio do AutoCAD.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo são apresentados resultados obtidos com a execução do trabalho seguindo a metodologia descrita no Capítulo 3.

4.1 Modelo Conceitual OMT-G

O modelo conceitual do banco de dados (Figura 10) foi desenvolvido utilizando informações adquiridas seguindo a metodologia descrita no capítulo anterior com técnicas de levantamento de requisitos e estudo do processo atual de trabalho do NUGET.

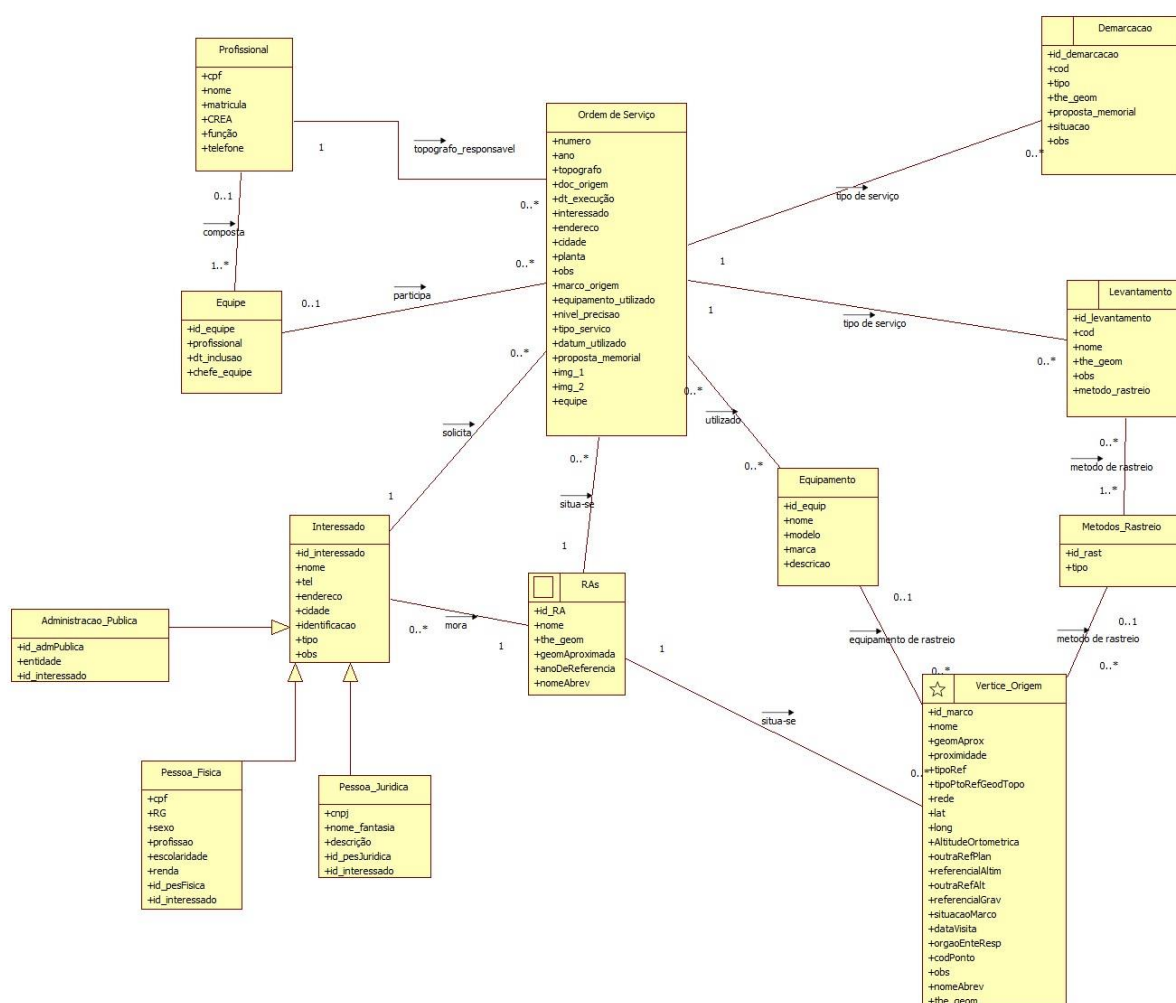


Figura 10 Modelo OMT-G do banco de dados

Como o modelo OMT-G ilustrado na Figura 10 tem 13 entidades, a visualização dos detalhes ficou comprometida, devido a isso dividiu-se o modelo em partes para explicar com detalhes cada elemento.

4.2 Relação de Entidades

No modelo conceitual OMT-G desenvolvido constam 13 entidades. Como visto no referencial teórico, cada entidade representa um objeto do mundo real, neste caso relacionado ao processo de trabalho ilustrado na figura 9 da seção 3.3.

Para desenvolver o modelo conceitual foram usadas especificações da INDE, que constam na Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais ET-EDGV, mais especificamente para as classes Vértice_Origem e RAs (CONCAR, 2010).

As classes da Especificação Técnica usada como referência para os atributos da entidade Vértice_Origem e RAs foram respectivamente Pto_Ref_Geod_Topo, Região_Administrativa, como mostra a tabela que consta no ANEXO 1 – Pontos de Referência ET-EDGV (CONCAR) e o APÊNDICE B – Dicionário de Dados.

A seguir uma breve descrição de cada entidade e suas características é apresentada:

A Figura 11 apresenta as entidades Profissional, Equipe e Ordem de Serviço.

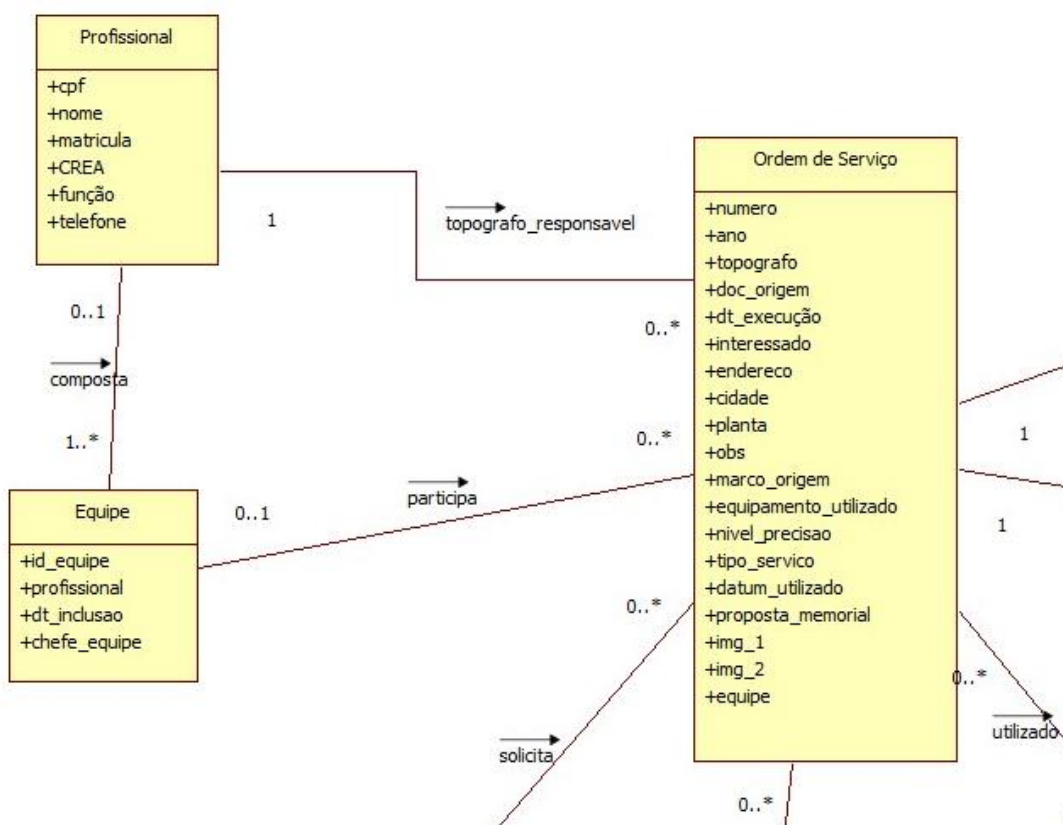


Figura 11 Classes: Profissional, Equipe e Ordem de Serviço

- Profissional –deverá armazenar informações dos profissionais envolvidos, se relaciona com Equipe e Ordem de Serviço;

- Equipe – deverá armazenar informações da equipe, que é composta por profissionais, relaciona-se com Ordem de Serviço e Profissionais;
- Ordem de Serviço – entidade central que possui vários relacionamentos. Guarda atributos da ordem de serviço, está ligada a vários elementos, pois necessita de dados de outros objetos para ser realizada;

A Figura 12 apresenta as entidades Demarcação e Levantamento.

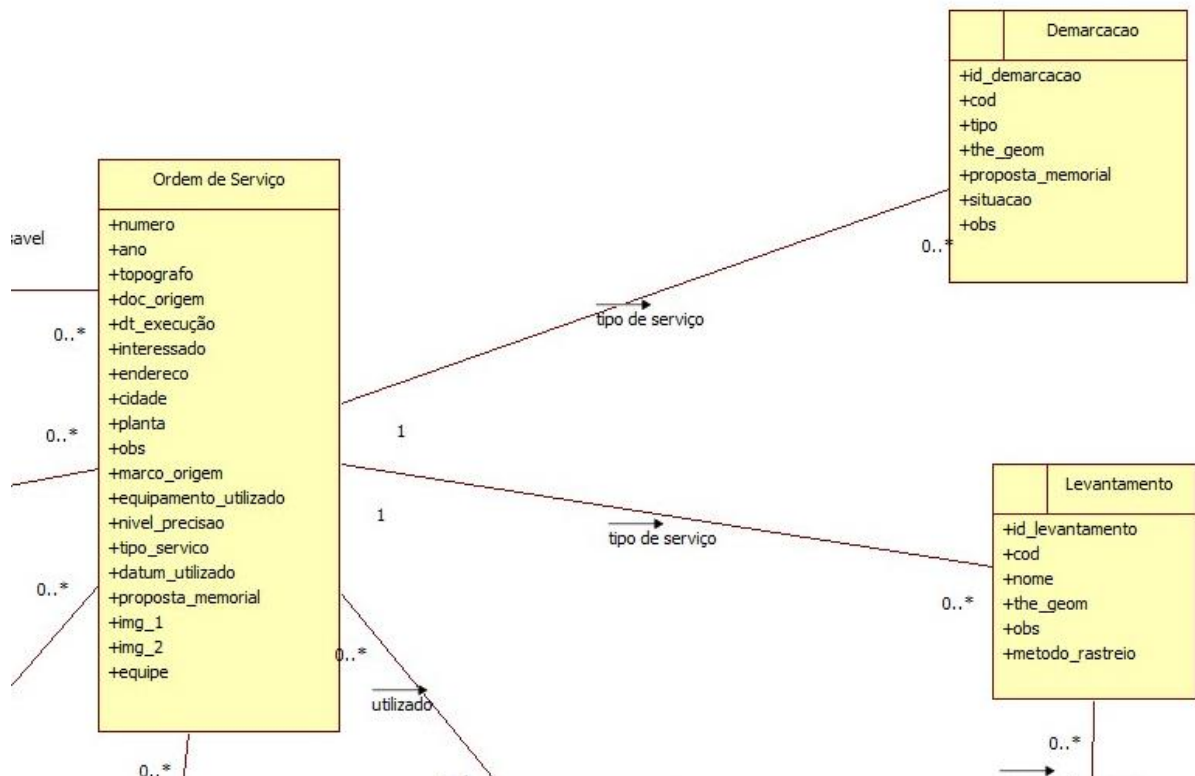


Figura 12 Classes: Demarcação e Levantamento

- Demarcação –essa é uma entidade espacial, guarda as geometrias de tipos diversos (ponto, linha, polígono), refere-se ao serviço propriamente dito em forma geométrica, e com informação associada à geometria;
- Levantamento –trata-se de uma entidade espacial, guarda diversos tipos de geometria, também armazena formas geométricas e suas informações, está associado à OS;

A Figura 13 apresenta as entidades Equipamento, Metodos_Rastreio, Vertice_Origem.

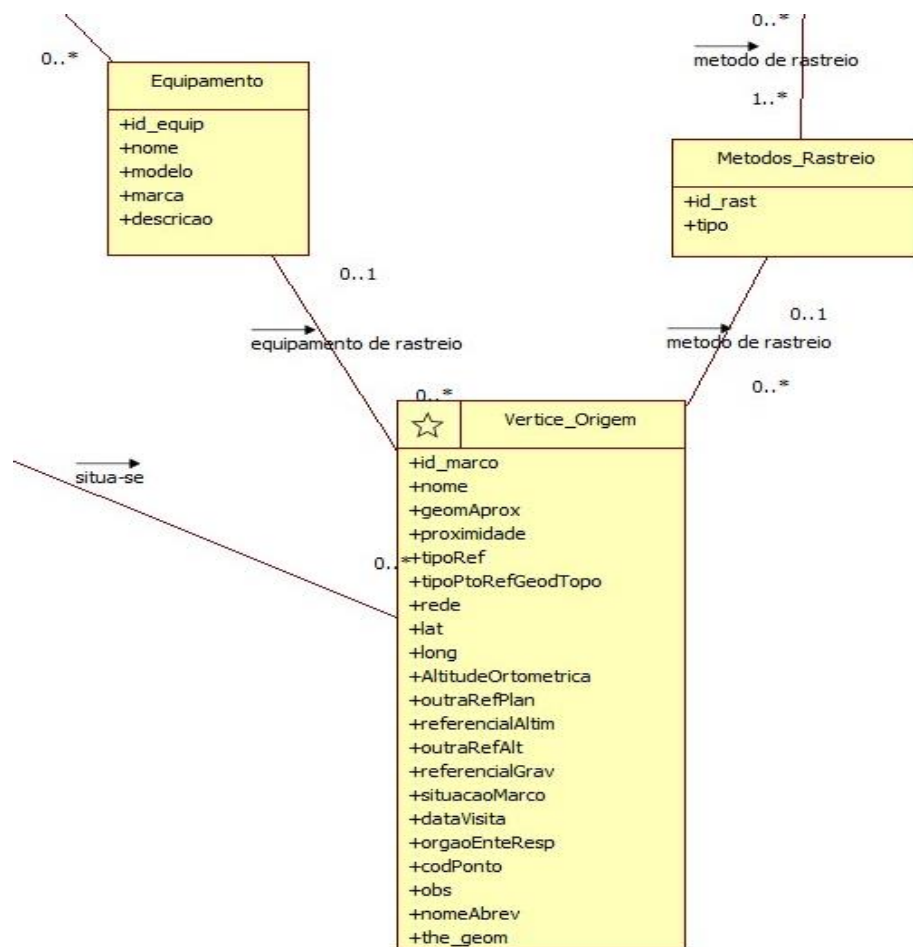


Figura 13 Classes: Vértice_Origem, Métodos_Rastreio, Equipamento

- Equipamento – trata-se de uma entidade que armazena os atributos dos equipamentos, relaciona-se com Vértice_Origem e OS;
- Métodos_Rastreio – é um entidade convencional que pode armazenar as formas de rastreio existentes, preferencialmente com equipamentos GNSS, relaciona-se com Vértice_Origem e Levantamento;
- Vértice_Origem – é uma entidade espacial que armazena geometrias do tipo ponto, foi modelada seguindo normas da ET-EDGV, relaciona-se com Equipamento utilizado no rastreio, Método_Rastreio e RAs onde se localiza o ponto;

A Figura 14 apresenta as entidades Interessado, Administração_Publica, Pessoa_Física, Pessoa_Jurídica e RAs.

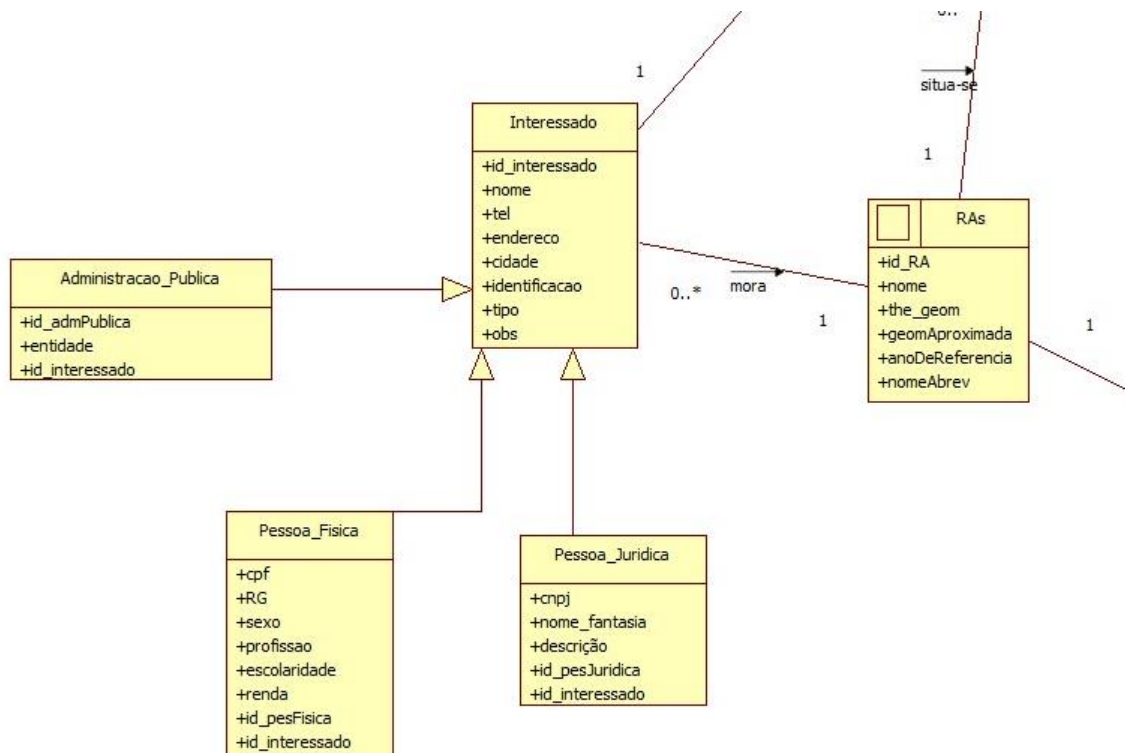


Figura 14 Classes: Interessado, Administração Pública, Pessoa Física, Pessoa Jurídica e RAs

- Interessado – é uma entidade convencional que serve para armazenar os atributos do interessado, serve como classe principal para outras entidades por herança, optou-se por colocar um identificador da classe principal (Interessado) em todas as classes especializadas vinculadas a ela;
- Administração Pública – é uma classe especializada da classe Interessado, ou seja herda todas as características de Interessado, mas também possui as características próprias de administração pública;
- Pessoa Física – também é uma classe especializada da classe Interessado, ou seja, por analogia herda todas as características da classe pai Interessado e possui atributos próprios de pessoa física;
- Pessoa Jurídica – também é uma classe especializada da classe Interessado, além de possuir os atributos dessa classe, possui os atributos próprios de pessoa jurídica, como CNPJ, nome fantasia, etc;
- RAs – entidade espacial, que tem por finalidade persistir as geometrias relativas a regiões administrativas do DF, relaciona-se com Interessado, Vértice_Origem e Ordem_Serviço;

- Auditoria – entidade criada com o objetivo de auditar as operações feitas no banco de dados. Serve para apurar responsabilidade por inserções, modificações ou exclusões de dados no BDG.

Este tópico buscou caracterizar objetivamente as entidades do banco de dados e seus respectivos atributos.

Dessa forma, encerra-se a descrição das entidades, no próximo capítulo, é mostrado o dicionário de dados, onde cada atributo é descrito e caracterizado detalhadamente.

4.3 Dicionário de Dados

Para descrever cada entidade detalhadamente, é apresentado um dicionário de dados para cada classe do banco de dados. Utilizou-se o padrão INDE para as entidades geométricas e para as classes convencionais também. Entretanto com algumas adaptações para as classes convencionais e para as entidades geométricas Demarcação e Levantamento.

Para as classes geométricas Vertice_Origem e RAs optou-se por utilizar o padrão da INDE sem modificações, visto que as classes “10.01-Pto_Ref_Geod_Topo” e “11.16-Região_Administrativa” respectivamente, do manual Especificação Técnica (ET-EDGV) atendem perfeitamente.

Para não tornar a leitura prolixa são apresentadas com detalhe a descrição de 3 entidades do dicionário de dados, o dicionário de dados completo pode ser consultado no APÊNDICE B – Dicionário de dados e ANEXO A – Pontos de Referencia ET-EDGV (CONCAR).

A Tabela 2 mostra a legenda dos tipos de primitivas geométricas preconizadas pela INDE.

Tabela 2 Primitivas Geométricas (INDE, 2010)




	Ponto
	Polígono
	Linha
C	Complexo – Elemento complexo é aquele cuja geometria poderá ser constituída por mais de uma primitiva geométrica, isso poderá ocorrer em classes de objetos onde: <ol style="list-style-type: none"> 1. Pelo menos uma instância possua mais que uma primitiva geométrica; ou, 2. As instâncias sejam representadas pela agregação de instâncias de classes de objetos com diferentes primitivas geométricas.

Tabela 3 Entidade Profissional

Classe	Descrição				Primitiva Geométrica	
Profissional	Informações pessoais e profissionais do profissional.				Classe Convencional	
Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio	Descrição	Requisito
cpf	Alfanumérico	11	CPF do profissional	A ser preenchido	Ex: 11900073172	NÃO NULO
nome	Alfanumérico	80	Nome Completo do Profissional	A ser preenchido	-	NÃO NULO
matricula	Alfanumérico	6	Matrícula funcional do funcionário	A ser preenchido	Ex: M24210	NULO
CREA	Alfanumérico	8	Inscrição no CREA do profissional	A ser preenchido	Ex: 1234DF	NULO
Função	Alfanumérico	50	Função do Profissional	A ser preenchido	Ex: engenheiro agrimensor	NÃO NULO
Telefone	Alfanumérico	10	Telefone de Contato do Profissional	A ser preenchido	Ex: 6134857350	NULO

Tabela 4 Entidade Demarcação

Classe	Descrição				Primitiva Geométrica	
Demarcação	Demarcação, geralmente, materializada no terreno, pode ser um ponto, uma linha ou um polígono.				C	
Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio	Descrição	Requisito
id_demarcacao	Inteiro	1 byte	Identifica a geometria na tabela	Auto Incremental	Auto-incrementa Ex: 1,2,31	NÃO NULO
cod	Alfanumérico	4	Código do ponto ou geometria, identifica a feição com 4 caracteres.	A ser preenchido	Ex.: MURO, ALVE, MF	NULO
Obs	Alfanumérico	100	Alguma observação pertinente sobre a geometria	A ser preenchido	Ex.: observações	NULO
tipo	Alfanumérico	15	Tipo de feição demarcada	Virtual	Não foi materializado no terreno.	NÃO NULO

				Materializado	Ponto materializado no terreno. Ex.: piquete, marco, etc	
				Alinhamento	Alinhamento	

Tabela 5 Classe Levantamento

Classe	Descrição				Primitiva Geométrica	
Levantamento	Levantamento topográfico de áreas, feições topográficas, limites, etc.				C	
Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio	Descrição	Requisito
id_levantamento	Inteiro	1 byte	Identifica a geometria na tabela	Auto Incremental	Auto-incremental Ex: 1,2,3	NÃO NULO
cod	Alfanumérico	4	Código do ponto ou geometria, identifica a feição com 4 caracteres.	A ser preenchido	Ex.: MURO, ALVE, MF	NULO
Obs	Alfanumérico	50	Alguma observação pertinente sobre a geometria	A ser preenchido	Ex.: observações	NULO
metodo_rastreio	Inteiro	1 byte	Identificação do método de rastreio, chave estrangeira para tabela metodo_rastreio	RTK	Utiliza-se o modo RTK para correção diferencial em tempo real.	NULO
				Estático	Utilização estático rápido para pós-processamento	
				Navegação	Utiliza-se coordenada de navegação para trabalhos sem muita precisão	
				Estação Total	Utilização estação total para pontos não obtidos por gps geodésico.	

Enfim mostrou-se o dicionário de dados de cada entidade, detalhando cada atributo e suas características. Com o dicionário de dados é possível desenvolver o modelo lógico com mais clareza e eficiência, para posteriormente desenvolver o modelo físico do banco de dados.

Na próxima seção apresenta-se uma proposição de um novo modelo de processo incluindo o banco de dados implementado.

4.4 Novo processo de trabalho do NUGET com inclusão do BDG

Após conhecer e entender o processo de trabalho do NUGET para demarcações e levantamentos e depois da modelagem do banco de dados desenvolve-se um novo processo de trabalho com a inclusão do banco de dados geográfico para gestão de levantamentos e demarcações topográficas mostrando a compatibilização entre o BDG e o atual processo.

O diagrama da Figura 15 mostra como será o novo processo de trabalho para levantamentos e demarcações utilizando o banco de dados modelado para gestão das geometrias e das informações das ordens de serviço.

A partir do novo diagrama percebe-se que foram acrescentadas duas atividades “Normalização dos dados” e “Inserção dos dados no BDG” estas tarefas estão vinculadas a inclusão ou modificação da ordem de serviço e suas geometrias no banco de dados.

A normalização dos dados se refere ao preparo dos dados para inserção no banco de dados, isto inclui verificação da topologia das geometrias; configuração do sistema de referência espacial e georreferenciamento das geometrias, caso necessário. Para isso sugere-se o uso do AutoCAD MAP atualmente utilizado na Terracap por possuir uma ampla interface para tratamento de informação geográfica e vetorial.

A inserção das geometrias e suas informações no banco de dados consiste na conexão com o sistema gerenciador de banco de dados geográfico, que provavelmente será o PostgreSQL/PostGIS, para fazer o *check-in* das geometrias, operação que insere as geometrias ou as modifica dentro do banco de dados geográfico.

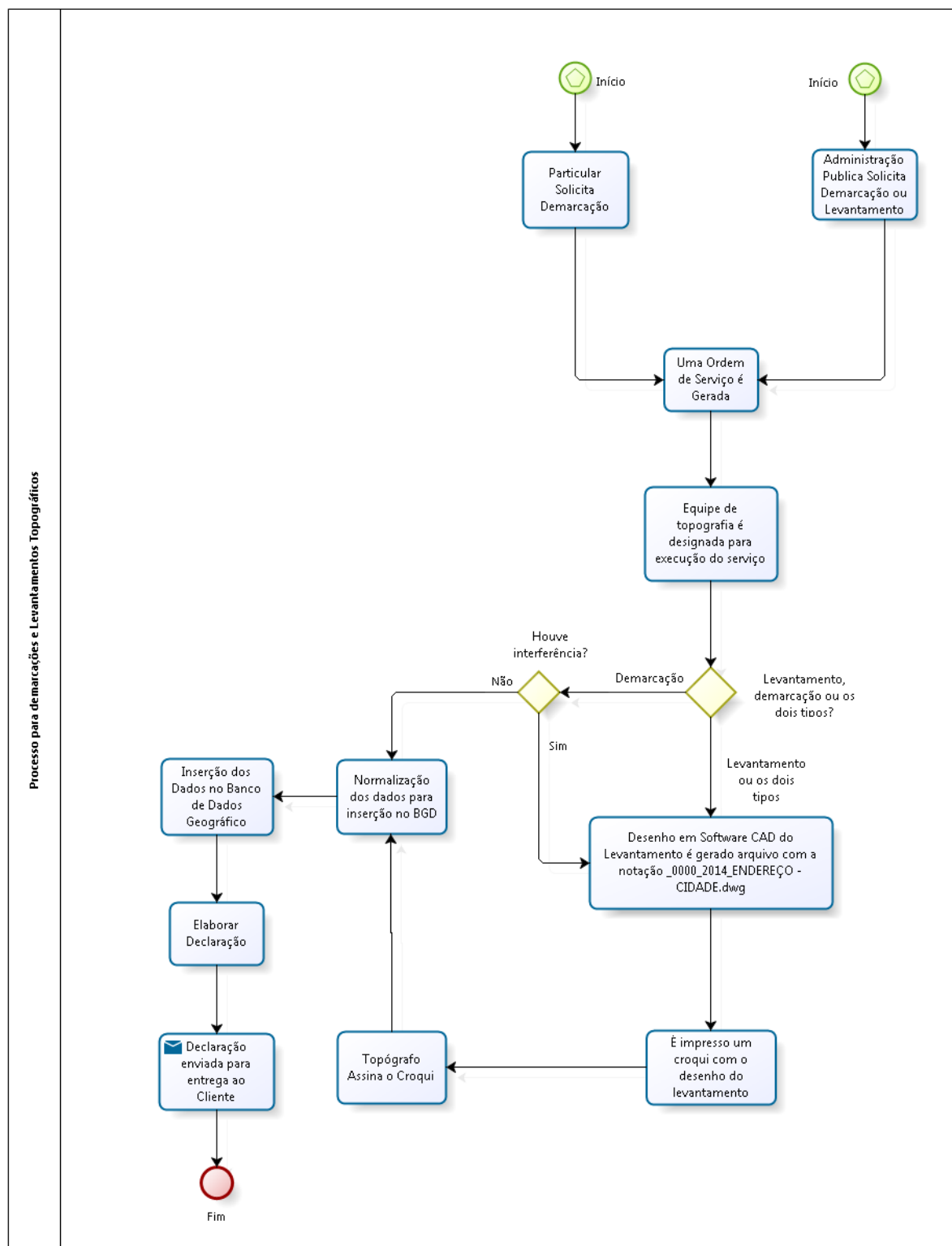


Figura 15 Novo processo de trabalho do NUGET

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Notou-se que banco de dados está presente em grande parte das organizações e que facilita sobremaneira a forma como os dados são tratados e analisados. Visto isso, banco de dados geográficos também está sendo amplamente utilizado em diversos setores e assim como banco de dados convencional, está a cada dia sendo desenvolvido e isso traz muitos benefícios para comunidade, para o geoprocessamento e também para o desenvolvimento socioeconômico.

Conclui-se que os objetivos foram atingidos, pois foi feita uma modelagem do banco de dados para gestão de levantamentos e demarcações topográficas, para isso, foram levantados requisitos com os profissionais da área; investigou-se documentos; arquivos digitais; observações do trabalho em campo além de uma densa pesquisa bibliográfica.

Os resultados mostraram a viabilidade do banco de dados geográfico e que a modelagem considerou vários pontos importantes para o trabalho com agrimensura e cartografia digital. Ressalta-se que foi utilizado o padrão INDE para as algumas entidades e em outras foi preciso adaptá-lo. Nos resultados nota-se que foi sugerido um novo processo de trabalho incluindo o banco de dados geográfico para o gerenciamento de demarcações e levantamentos. Com o diagrama do novo processo mostrou-se a viabilidade do projeto e que com apenas duas tarefas a mais, é possível implementar o BD sem grandes dificuldades ou recursos financeiros.

Um protótipo foi desenvolvido para teste usando PostgreSQL/PostGIS, entretanto recomenda-se para trabalhos futuros a modelagem lógica do BDG, bem como sua documentação, além do desenvolvimento de um sistema para fazer interface com o banco de dados e o usuário, tornando a manipulação dos dados mais simples.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUTODESK, INC. **CAD Software**. Disponível em <<http://www.autodesk.com/solutions/cad-software>>. Acesso em 06 de outubro de 2014.

ASSEMBLA. **Modelo Projeto UML**. Disponível em <https://www.assembla.com/spaces/modelo_projeto_uml/documents>. Acesso em 21/11/2014.

AUTODESK, INC. **AUTOCAD MAP 3D**. Disponível em <<http://www.autodesk.com.br/products/autocad-map-3d/features>>. Acesso em 10 de novembro de 2014.

ASSAD, EDUARDO DELGADO; EDSON, EYJI SANO. **Aplicações na Agricultura**. 2ª ed. Brasília: Embrapa, 1998.

BERNARDI, JOSÉ V. E.; LANDIM, PAULO M. B. **Aplicação do Sistema de Posicionamento Global (GPS) na coleta de dados**. Artigo disponível em <<http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/DIDATICOS/LANDIM/textogps.pdf>>. Acesso em 05 de maio de 2014.

BEZERRA, EDUARDO. **Princípios de Análise de Projeto de Sistemas com UML**. 2ª ed, Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

BIZAGI INC. **Home Page**. Disponível em <<http://www.bizagi.com/en>>. Acesso em 14 de novembro de 2014.

CHENG, E. C. **Modelagem de Dados Geográficos e Aplicação de Indicadores para a Gestão dos Recursos Hídricos – Estudo de Caso da Bacia do Lago Paranoá – DF**. 2012. 102 f. Dissertação de Mestrado – Instituto de Geociências, UnB, Brasília.

COSME, ANTONIO. **Projeto em Sistemas de Informação Geográfica**. 1ª ed. Lisboa, Portugal: Lidel, 2012.

DATE, C. J. **Introdução a Sistemas de Banco de Dados**. 8ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora, 2003.

DATE, C. J. **Introdução a Sistemas de Banco de Dados**. 4ª ed. Rio de Janeiro: Campus, 1991.

DAVIS, CLODOVEU. **Object Modeling Technique for Geographic Applications - OMT-G**. Disponível em <<http://homepages.dcc.ufmg.br/~clodoveu/DocuWiki/doku.php?id=omtg>>. Acesso em 07 de outubro de 2014.

DINIZ, A. V. **Topografia Conceitos Básicos**. Disponível em <<http://pt.scribd.com/doc/21064677/Topografia-Conceitos-Basicos>>. Acesso em 11 de novembro de 2014.

ENGECON. **Receptores GPS**. Disponível em <http://www.engecon.eng.br/gps_receptores.htm>. Acesso em 14/11/2014.

ESPARTEL, LELIS. **Curso de Topografia**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Globo Editora, 1987..

GÓES, KÁTIA. **AutoCAD Map 3D: aplicando o sistema de informações geográficas**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Brasport Editora, 2009.

LISBOA FILHO, J.; IOCHPE, C.; GARAFFA, I. M. **Modelos conceituais de dados para aplicações geográficas: uma experiência com um SIG interinstitucional**. In: IV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOPROCESSAMENTO, 1997, São Paulo. IV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOPROCESSAMENTO. São Paulo: UPUSP, 1997.

LOCALMART. **Estação Total Nikon DTM 332, E nível DSZ Ótico**. Disponível em <http://rio.localmart.com.br/volta-redonda/item/esta_o_total_nikon_dtm_332_e_nivel_dsz_otico/77822475>. Acesso em 21/11/2014.

HEUSER, CARLOS. **Projeto de Banco de Dados**. 4ª ed. Editora Sagra, 1998. Disponível em: <http://jalvesnicacio.files.wordpress.com/2010/03/carlos_alberto_heuser-projeto_de_banco_de_dados.pdf>. Acesso em 04 de setembro de 2014.

KARLA A.V. BORGES, CLODOVEU A. DAVIS JR. E ALBERTO H.F. LAENDER. **Modelagem de Dados Geográficos**. Disponível em <<http://www.dpi.inpe.br/livros/bdados/capitulos.html>>. Acesso em 13 de janeiro 2015.

KORTH, H.F; SILBERSCHATZ, A. **Sistemas de Bancos de Dados**. 2ª edrevisada. Makron Books, 1994.

MATTOSO, MARTA. **Introdução a Banco de Dados**. Disponível em <http://www.cos.ufrj.br/~marta/BdRel.pdf> . Acesso em 31 de março de 2014.

MICHAELIS ONLINE. **Dicionário.** Disponível em <<http://michaelis.uol.com.br/moderno/portugues/index.php?lingua=portugues-portugues&palavra=topologia>>. Acesso em 19 de maio de 2014.

MIRANDA, JOSÉ I. **Fundamentos de Sistemas de Informação Geográfica.** 2ª ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2010.

MONICO, JOÃO FRANCISCO GALERA. **Posicionamento pelo GNSS: Descrição Fundamentos e aplicações.** 2ª ed. São Paulo: Editora UNESP, 2008.

MARCELO, NOGUEIRA. **Sistemas Legados.** Disponível em <http://www.noginfo.com.br/arquivos/CC_ESOF_II_08.pdf>. Acesso em 27 de outubro de 2014.

MORAES, JANAÍNA B. D. **Engenharia de Software 2 - Técnicas para levantamento de Requisitos.** Disponível em: <<http://www.devmedia.com.br/engenharia-de-software-2-tecnicas-para-levantamento-de-requisitos/9151>>. Acesso em 03 de novembro de 2014.

SAPIENZA, JOSÉ AUGUSTO. **Desvendando banco de dados geográficos.** InfoGeo, junho. 2014. Disponível em <<http://mundogeo.com/blog/2014/06/10/desvendando-banco-de-dados-geograficos-2/>>. Acesso em 11 de setembro de 2014

SDE/CEMND-CONCAR, COMISSÃO NACIONAL DE CARTOGRAFIA. **Especificação Técnica para a Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais.** Brasília, DF: DSG-Serviço Geográfico, 2010.

POSTGRESQL, ORG. **AboutPostGreSQL.** Disponível em <<http://www.postgresql.org/about/>>. Acesso em 26 de agosto de 2014.

POSTGIS. **AboutPostGIS.** Disponível em <<http://postgis.net/>>. Acesso em 26 de agosto de 2014.

SOMMERVILLE, LAN. **Engenharia de Software.** 9ª edição. Tradução: Shin Shimizu Melnikoff, Reginaldo Arakaki, Edílson de Andrade Barbosa; revisão técnica: Kechi Kirana - 8ª Edição – São Paulo: Person Addison Wesley, 2011.

STAR UML. **StarUML 2 home page.** Disponível em <<http://staruml.io/>>. Acesso em 11 de novembro de 2014.


TANAKA, ASTÉRIO. **Projeto de Banco de dados.** Disponível em <<http://slideplayer.com.br/slide/49120/>>. Acesso em 21/11/2014.

TERRACAP, AGENCIA DE DESENVOLVIMENTO DO DF. **A Terracap**. Disponível em < <http://www.terracap.df.gov.br/portal/institucional/a-terracap>>. Acesso em 28 de outubro de 2014.

WIKIMEDIA. *File:GarminTrex Vista Cx in hand*. Disponível em <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Garmin_eTrex_Vista_Cx_in_hand.jpg>. Acesso em 21/11/2014.

ANEXO A – Pontos de Referencia ET-EDGV (CONCAR)


Tabela 6 Classe Pto_Ref_Geod_Topo referente a Vértice_Origem

Código	Classe	Descrição				Primitiva Geométrica	
10.02	Pto_Ref_Geod_Topo/ Vertice_Origem	Ponto de Referencia materializado no terreno, utilizado nos processos geodésicos e topográficos.					
	Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio	Descrição	Requisito
10.02.1	nome	Alfanumérico	80	Nome completo da instância.	A ser preenchido	-	NULO
10.02.2	geometriaAproximada	Booleano	-	Indica que a geometria adquirida é aproximada em relação à escala prevista para o produto cartográfico	sim	-	NÃO NULO
					não		
10.02.3	proximidade	Alfanumérico	16	Indica a proximidade do ponto de referencia geodésico e/ou topográfico em relação a edificações e/ou construções.	Desconhecida	-	NÃO NULO
					Isolado	Ponto isolado no terreno	
					Adjacente	Ponto está adjacente a alguma edificação e/ou construção	
					Coincidente	Ponto coincidente a alguma edificação e/ou construção.	
10.02.4	tipoRef	Alfanumérico	16	Indica o tipo da referência do ponto de referência geodésico e/ou topográfico.	Altimétrico		NÃO NULO
					Planimétrico		
					Planialtimétrico		
					Gravimétrico	Referência de aceleração da gravidade.	
10.02.5	tipoPtoRefGeodTopo	Alfanumérico	33	Indica o tipo do ponto de referência geodésico e/ou topográfico.	Desconhecido	-	NÃO NULO
					Vértice de Triangulação – VT	Ponto de Coordenadas determinadas por método de triangulação.	

					Referência de Nível – RN	Ponto de altitude determinada por nivelamento geométrico.	
					Estação Gravimétrica – EG	Ponto ao qual está associado o valor preciso da aceleração da gravidade local, determinado por métodos gravimétricos.	
					Estação de Poligonal – EP	Ponto de determinadas por método de poligonação.	
					Ponto Astronômico – PA	Ponto de controle de coordenadas determinadas por observação astronômica.	
					Ponto Barométrico – B	Ponto de altitude determinada por nivelamento barométrico.	
					Ponto Trigonométrico – RV	Ponto no qual a altitude é determinada por nivelamento trigonométrico	
					Ponto de Satélite – SAT	Ponto cujas coordenadas tridimensionais são estabelecidas por método de observação de satélites.	
					Outros	Outros não listados	
10.02.6	rede	Alfanumérico	12	Indica se o ponto de referência geodésico e/ou topográfico faz parte de alguma rede.	Desconhecida	-	NÃO NULO
					Nacional		
					Estadual		
					Municipal		
					Privada		

10.02.7	latitude	Alfanumérico	15	Indica o ângulo medido entre o plano do Equador e a normal ao ponto, sobre a superfície elipsoidal de referência.	A ser preenchido (- GGG°MM'S S.ssss")	Ex.: - 017°30'02.0059"	NÃO NULO
10.02.8	longitude	Alfanumérico	15	Indica o ângulo medido, no sentido oeste, entre o plano do meridiano de referência – Greenwich – e o plano do meridiano que passa pelo ponto, sobre superfície elipsoidal adotada.	A ser preenchido (- GGG°MM'S S.ssss")	Ex.: - 048°30'02.0059"	NÃO NULO
A tabela completa se encontra em PONTOS DE REFERÊNCIA ET-EDGV (CONCAR)							

Tabela 7 Classe RAs

Classe	Descrição				Primitiva Geométrica	
RAs						
Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio	Descrição	Requisito
nome	Alfanumérico	80	Nome completo da instância	A ser preenchido	-	NULO
geometriaAproximada	Booleano	-	Indica que a geometria adquirida é aproximada em relação à escala prevista para o produto cartográfico	Sim	-	NÃO NULO
				Não	-	
anoDeReferencia	Inteiro	04	Ano de referência da alteração, atualização ou	A ser preenchido	Ex.: 2001	NULO

			instalação da região administrativa			
nomeAbrev	Alfanumérico	50	Nome ou abreviatura padronizada	A ser preenchido	-	NULO

APÊNDICE A – COLETA DE REQUISITOS

Coleta de Requisitos (*Brainstorm*)

Banco de dados Geográfico para Gestão de Levantamentos e Demarcações Topográficas

Pauta de Discussão

1) Entidades:

- Profissional (cpf, nome, matricula, CREA, função, telefone);
- Ordem de Serviço (numero, ano, topógrafo, documento de origem, data da execução, interessado, endereço, cidade, planta, observações, vértice base ou ponto de partida, equipamento utilizado, nível de precisão, tipo (demarcação, levantamento, demarcação e levantamento, outros), datum utilizado, proposta do lote, img1, img2);
- **Demarcação (id_demarcação, cod, tipo, the_geom, proposta ou memorial descritivo, situação, obs);**
- **Levantamento (id_Lev, cod, nome, tipo, the_geom, obs);**
- Equipe (id_equipe, funcionário, dt_inclusao, chefe_equipe);
- Equipamento (id_equip, nome, marca, modelo, descrição);
- Métodos_Rastreio (id_rast, tipo);
- **Marcos_de_Origem (id_marco, nome, código, descrição, responsável, método de rastreamento, equipamento utilizado, datum, the_geom);**
- Interessado (id_interessado, nome, telefone, endereço, cidade);
 - Administração_Publica (id_admPubl, órgão);
 - Particular ();
 - Pessoa_Juridica (cnpj, nome fantasia, descrição);
 - Pessoa_Física (cpf, RG, sexo, profissão, escolaridade, renda)
- **RAs (id_RAs, nome, the_geom);**
- Auditoria (id_audit, autor, dt_modificacao, tabela, id_dado);

2) Observações e sugestões.

APÊNDICE B – Dicionário de Dados

Tabela 8 Classe: Equipe

Classe	Descrição				Primitiva Geométrica	
Equipe	Dados sobre a equipe, a qual é formada por registros da tabela profissional.				Classe Convencional	
Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio	Descrição	Requisito
id_equipe	Inteiro	5	Número de identificação da equipe	Preenchido automaticamente	Auto-incremental Ex: 1,2,3	NÃO NULO
profissional	Alfanumérico	11	CPF do profissional integrante da equipe.	A ser preenchido	Chave estrangeira para entidade Profissional (CPF)	NÃO NULO
dt_Inclusão	Data	11	Data em que o integrante entrou na equipe.	A ser preenchido	Ex.: 29/09/1989	NULO
chefe_equipe	Alfanumérico	11	CPF do profissional integrante da equipe e que a representa como chefe.	Sim	Para o caso de ser o chefe	NÃO NULO
				Não	Para o caso de não ser o chefe	

Tabela 9 Classe Métodos_Rastreio

Classe	Descrição				Primitiva Geométrica	
Metodos_Rastreio	Dados sobre o tipo de rastreio utilizado				Classe Convencional	
Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio	Descrição	Requisito
id_rast	Inteiro	5	Número de identificação do tipo de rastreio	Preenchido automaticamente	Auto-incrementa Ex: 1,2,31	NÃO NULO
tipo	Alfanumérico	50	Tipo de rastreio utilizado para levantar a geometria	RTK	Utiliza-se o modo RTK para correção diferencial em tempo real.	NÃO NULO
				Estático	Utilização estático rápido para pós-processamento	
				Navegação	Utiliza-se coordenada de navegação para trabalhos sem muita precisão	
				Estação	Utilização estação	

				Total	total para pontos não obtidos por gps geodésico.	
--	--	--	--	-------	--	--

Tabela 10 Classe Interessado

Classe	Descrição				Primitiva Geométrica	
Interessado	Dados sobre a pessoa interessada no serviço				Classe Convencional	
Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio	Descrição	Requisito
id_interessado	Inteiro	5	Número de identificação do interessado	Preenchido automaticamente	Auto-incrementa Ex: 1,2,31	NÃO NULO
nome	Alfanumérico	80	Nome completo do interessado	A ser preenchido	-	NÃO NULO
tel	Alfanumérico	30	Telefone de contato do interessado	A ser preenchido	Ex.: 613485-7350	NULO
endereço	Alfanumérico	100	Endereço atual do interessado	A ser preenchido	Ex.: QD 08 CONJ 19 LT 04	NÃO NULO
cidade	Alfanumérico	50	Nome ou abreviatura padronizada, chave estrangeira da tabela RAs	A ser preenchido	Ex.: RAIX	NÃO NULO
obs	Alfanumérico	100	Observações pertinentes referentes ao interessado.	A ser preenchido	-	NULO
tipo	Alfanumérico	50	Tipo de interessado	Administração Pública	Órgão ou ente do governo	NÃO NULO
				Pessoa Física	Pessoa física vinculada a um cpf	
				Pessoa Jurídica	Pessoa jurídica vinculada a um cnpj	

Tabela 11 Classe Administracao_Publica

Classe	Descrição				Primitiva Geométrica	
Administração_Pública	Dados sobre a entidade pública interessada no serviço				Classe Convencional	
Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio	Descrição	Requisito
id_admPublica	Inteiro	5	Número de identificação do interessado	Preenchido automaticamente	Auto-incrementa Ex: 1,2,31	NÃO NULO
tipo_entidade	Alfanumérico	30	Especifica o	Autarquias	Tipos de entidades	

			tipo de entidade que solicita o serviço	Fundações	estatais	
				Empresa		
				Sociedade		
				Economia mista		
				AdmDireta		
id_interessado	Inteiro	5	Número de identificação do interessado, é chave estrangeira para classe Interessado	Preenchido automaticamente	Auto-incrementa Ex: 1,2,31	NÃO NULO

Tabela 12 Classe Pessoa_Fisica

Classe	Descrição				Primitiva Geométrica	
Pessoa_Fisica	Dados específicos sobre a pessoa física.				Classe Convencional	
Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio	Descrição	Requisito
Id_pesFisica	Inteiro	5	Número de identificação do interessado	Preenchido automaticamente	Auto-incrementa Ex: 1,2,31	NÃO NULO
cpf	Alfanumérico	11	CPF da pessoa física	A ser preenchido	Ex.: 03851346600	NÃO NULO
rg	Alfanumérico	20	Registro Geral da Pessoa vinculado ao Estado	A ser preenchido	Ex.: 199259SSPDF	NÃO NULO
sexo	Alfanumérico	1	Sexo da pessoa física	F	Sexo feminino	NÃO NULO
				M	Sexo masculino	
profissão	Alfanumérico	50	Profissão da pessoa física interessada	A ser preenchido	-	NULO
escolaridade	Alfanumérico	30	Escolaridade da pessoa	Ensino Superior	Pessoa com graduação.	NULO
				Ensino Médio	Pessoa com ensino médio concluído	
				Ensino Fundamental	Pessoa com ensino fundamental concluído	
				Nenhum	-	
renda	Numérico	6	Renda da pessoa física	R\$	Ex.: 1800.90	NULO
id_interessado	Inteiro	5	Número de identificação do	Preenchido automaticamente	Auto-incrementa Ex: 1,2,31	NÃO NULO

			interessado, é chave estrangeira para classe Interessado			
--	--	--	--	--	--	--

Tabela 13 Classe Pessoa_Juridica

Classe	Descrição				Primitiva Geométrica	
Pessoa_Jurídica	Dados específicos sobre a pessoa jurídica				Classe Convencional	
Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio	Descrição	Requisito
id_pesJuridica	Inteiro	5	Número de identificação do interessado	Preenchido automaticamente	Auto-incrementa Ex: 1,2,3l	NÃO NULO
cnpj	Alfanumérico	14	Número do cnpj da pessoa jurídica interessada	A ser preenchido	Ex.: 10964940000154	NÃO NULO
nome_empresarial	Alfanumérico	80	Nome empresarial da pessoa jurídica	A ser preenchido	Ex.: Santa Luzia Comercio de Alimentos LTDA	NULO
descrição	Alfanumérico	100	Descrição pertinente da pessoa jurídica	A ser preenchido	-	NULO
id_interessado	Inteiro	5	Número de identificação do interessado, é chave estrangeira para classe Interessado	Preenchido automaticamente	Auto-incrementa Ex: 1,2,3l	NÃO NULO